

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra obecné zootechniky a etologie**



**Přírodní aditiva ve výživě králíků**

**Bakalářská práce**

**Lucie Glancová**

**Živočišná produkce**

**Ing. Adéla Dokoupilová Ph.D.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Přírodní aditiva 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 neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.4.2018

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Adéle Dokoupilové Ph.D. za její cenné rady, pomoc a trpělivost. Děkuji i svému otci RNDr. Danielu Glancovi za to, že při mně stál až do svých posleních chvil a dědovi Dr. Antonínu Glancovi za to, že mě vždy podporoval v tom, čemu jsem věřila. Bohužel zde nelze jmenovitě poděkovat všem, kterým by můj dík patřil, proto děkuji všem přátelům a rodině za to, že tu vždy byli a jsou.

# Přírodní aditiva ve výživě králíků

## Souhrn

Použití antibiotik, chemoterapeutik a jiných chemických přípravků v chovech je v současnosti stále více kritizováno, a proto začíná být téma přírodních aditiv ve výživě zvířat velmi aktuální. Díky médiím a snaze o lepší informovanost spotřebitelů sílí povědomí o vlivu reziduí chemických přípravků a léčiv v živočišných produktech na jejich konzumenty a vlivu těchto přípravků na welfare a fyzickou kondici zvířat.

Protože léčba většiny onemocnění postihujících králíky je obtížná či nemožná, je pro zachování zdravého chovu nutné se zaměřit na prevenci. Plnohodnotná potrava doplněná o aditiva, která mohou napomoci udržet optimální zdravotní stav, posílit imunitu a zabránit propuknutí chorob u zvířat, je významnou součástí prevence.

Krmná aditiva jsou látky se specifickými účinky, které by měly pozitivně ovlivňovat vlastnosti krmiv, zdraví zvířat a kvalitu jejich produktů. Vzhledem k plošnému zákazu použití antibiotik jako růstových stimulátorů v Evropské Unii se výrazně zvýšil zájem o aditiva přírodního původu.

Mezi přírodní aditiva jsou zařazována probiotika, prebiotika, synbiotika, organické kyseliny, enzymy, fytoaditiva (rostliny, jejich části či extrakty z nich) a lze mezi ně zařadit i včelí produkty. U králíků se zdá být nejperspektivnějším využití fytoaditiv. Fytoaditiva mohou působit jako růstové stimulátory (dobromysl obecná, šalvěj lékařská, rozmarýn lékařský aj.), antioxidanty (dobromysl obecná, zelený čaj, semena chia, houba reishi, koriandr setý aj.), antikokcidika (černucha setá, ženšen pravý, dříví šalvěj obecná, kůra grapefruitu aj.), imunostimulanty (třapatka nachová, ženšen pravý, česnek setý, černucha setá, řasa chlorella aj.) a antidiaroeika (šalvěj lékařská, mochna nátržník, brusnice borůvka aj.). Použití probiotik, enzymů a organických kyselin se u králíků příliš neosvědčilo. Prebiotika a synbiotika, jež byla u králíků testována, měla pozitivní vliv na růstové a reprodukční schopnosti králíků a na skladbu jejich střevní mikroflóry. Včelí produkty v produkčních chovech králíků byly zatím testovány jen povrchně, ale z výzkumů na laboratorních zvířatech a brojlerových kuřatech lze usuzovat, že využití propolisu, včelího pylu, mateří kašičky a trubčího plodu může být velmi

perspektivní. Včelí produkty totiž obsahují velké množství prospěšných látek a živin (vitaminy, minerály, aminokyseliny, flavonoidy aj.), díky čemuž jejich podávání může mít blahodárný vliv na zdravotní stav zvířat a jejich produkční i reprodukční schopnosti.

Použití přírodních aditiv ve výživě králíků (ale i ostatních hospodářských zvířat) má velký potenciál nejen z hlediska vědeckého, ale i ekonomického. Vzhledem k rostoucímu zájmu spotřebitelů o živočišné produkty z chovů, které nevyužívají chemické přípravky a usilují o welfare zvířat, lze předpokládat, že zájem o přírodní aditiva se bude zvyšovat i u širší veřejnosti.

**Klíčová slova:** králík, výživa, zdravotní stav, přírodní aditiva, fytoaditiva, včelí produkty

# Natural additives in rabbit nutrition

## Summary

The use of antibiotics, chemotherapeutics and other chemical products in animal breeding is now increasingly criticized, and therefore, natural additives in animal nutrition are becoming increasingly topical. Moreover, general awareness of the impact of residues of chemical medicines in animal products on their consumers and the impact of these products on the welfare and physical condition of the animal is continuously growing.

As most of the diseases affecting rabbits are difficult or impossible to treat, it is necessary to focus on prevention in order to maintain healthy breeding. Fully-fledged food supplemented with natural additives is an important part of prevention, since it helps in maintaining optimal health, strengthening immunity and preventing disease outbreaks in animals.

Feed additives are substances with specific effects that should positively influence the properties of the feed, animal health and the quality of their products. Due to the ban on the use of antibiotics as growth promoters in the European Union in 2006, additives of natural origin have become a very important topic.

Probiotics, prebiotics, synbiotics, organic acids, enzymes, phytoadditives (plants, parts and extracts) and bee products are included among the natural additives. In rabbits, phytoadditives seem to be the most promising. Phytoadditives can act as growth stimulators (oregano, sage, rosemary etc.), antioxidants (oregano, green tea, chia seeds, reishi, coriander etc.), anticoccidacals (ginseng, grapefruit peel etc.), immunostimulants (echinacea, ginseng, garlic, black caraway, chlorella etc.) and antidiaroids (sage, boletus, tormentil, blueberry etc.). The use of probiotics, enzymes, and organic acids in rabbits was not too successful, however, prebiotics and synbiotics tested on rabbits had a positive effect on the growth and reproductive capacity of rabbits and on the composition of their intestinal microflora. There are only few studies testing the effects of bee product on rabbits, however studies on laboratory animals and broiler chickens suggest that the use of propolis, bee pollen, royal jelly and drone brood could be very promising. Bee products contain a lot of beneficial substances and nutrients (vitamins, minerals, amino acids, flavonoids etc.), therefore their administration could have a beneficial effect on animal health and their production and reproductive capacity.

The use of natural additives in rabbit nutrition (but also in other livestock) has not only great scientific, but also economic potential. Given the increasing interest of consumers in animal products from non-chemical uses and animal welfare efforts, it can be assumed that the interest in natural additives will also increase in the wider society.

**Keywords:** rabbit, nutrition, state of health, natural additives, phytoadditives, bee products

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Trávicí soustava králíka .....</b>	<b>3</b>
3.1.1 Dutina ústní.....	3
3.1.1.1 Slinné žlázy .....	3
3.1.2 Jícen .....	3
3.1.3 Žaludek .....	4
3.1.4 Tenké střevo.....	4
3.1.5 Játra, žlučník a slinivka břišní.....	4
3.1.6 Slepé střevo.....	5
3.1.7 Tlusté střevo.....	5
3.1.8 Cékotrofie .....	6
<b>3.2 Výživa králíků .....</b>	<b>8</b>
3.2.1 Složky krmiva a jejich trávení .....	8
3.2.2 Sacharidy .....	8
3.2.2.1 Jednoduché sacharidy.....	9
3.2.2.2 Vlákna .....	9
3.2.3 Voda.....	10
3.2.4 Minerální látky.....	10
3.2.4.1 Vápník a fosfor.....	11
3.2.4.2 Draslík, sodík a chlor .....	11
3.2.4.3 Hořčík.....	11
3.2.4.4 Stopové prvky .....	12
3.2.5 Vitaminy .....	12
<b>3.3 Přírodní aditiva ve výživě králíků .....</b>	<b>12</b>
3.3.1 Probiotika, prebiotika a synbiotika .....	14
3.3.1.1 Probiotika .....	15
3.3.1.2 Prebiotika .....	20
3.3.1.3 Synbiotika .....	22
3.3.2 Fytoaditiva .....	23
3.3.2.1 Fytoaditiva jako růstové stimulatory.....	24
3.3.2.2 Fytoaditiva jako antioxidanty.....	26
3.3.2.3 Antikocidiální účinky fytoaditiv .....	27
3.3.2.4 Fytoaditiva s účinky na imunitní systém.....	29
3.3.2.5 Rostlinná aditiva při léčbě průjmu .....	30



3.3.3	Enzymy .....	32
3.3.4	Organické kyseliny .....	33
3.3.5	Včelí produkty .....	34
3.3.5.1	Propolis .....	34
3.3.5.2	Včelí pyl .....	36
3.3.5.3	Mateří kašička .....	37
3.3.5.4	Trubčí plod .....	39
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>42</b>

# 1 Úvod

Chov králíků v ČR má dlouholetou tradici, a ačkoliv v současné době stavy počtu králíků v ČR spíše klesají, těší se chov králíků stále velké oblibě. Králíci patří ke zvířatům s krátkým generačním intervalem, vysokou plodností, vysokou intenzitou růstu a malými požadavky na prostor. Králíčí maso má velmi dobré dietetické vlastnosti, hojně je využívána i králíčí kůže, a samozřejmě nelze opomenout chov králíků jako domácích mazlíčků.

Vzhledem ke stále větší kritice k používání antibiotik, chemoterapeutik a jiných chemických přípravků v chovech, začíná být téma přírodních aditiv ve výživě zvířat velmi aktuální. Existuje mnoho důvodů, proč dochází ke snížení zájmu o maso z chovů využívajících chemických přípravků. Díky médiím sílí povědomí o vlivu reziduí chemických přípravků a léčiv v živočišných produktech na spotřebitele, ale také o vlivu těchto přípravků na welfare a fyzickou kondici zvířat. Ačkoli nelze tvrdit, že jsou všechny zprávy, jež se dostávají ke spotřebitelům, pravdivé, lze očekávat nárůst zájmu o produkty zvířat chovaných v moderních chovech zodpovědně přistupujícím k pohodlí a dobré kondici zvířat, ke které velkou měrou přispívá i výživa a preventivní péče s co největším využitím přírodních alternativ ke konvenčním chemickým přípravkům, které jsou šetrnější a bezpečnější pro zvířata, i pro člověka jakožto spotřebitele.

Přírodní aditiva ve výživě králíků nejsou tedy jen otázkou ekologického zemědělství, ale i zemědělství konvenčního, kde zakomponování přírodních výživových doplňků do krmné dávky může působit jako prevence vzniku a šíření nemocí, nehledě na jejich pozitivní účinky na skladbu jatečného těla a jatečné výtěžnosti. Tyto vlastnosti mají v závěru vliv i na dobrou ekonomiku chovu. Chovatelé, kteří se v budoucnu rozhodnou pro větší využití přírodních aditiv v krmných dávkách králíků tedy mohou očekávat nejen zlepšení kondice a pohody zvířat, ale i pozitivní vliv těchto opatření na ekonomický a společenský profil podniku. Ve velkochovech králíků narážíme na mnohé problémy, zejména co se týče nakažových situací, jimž lze právě vhodnou výživou s přírodními komponenty do určité míry předcházet, nebo je alespoň tlumit.

Je nutno poznamenat, že účinnost přírodních přípravků je zatím limitována, avšak jejich pozitivní vliv je nezanedbatelný a lze předpokládat, že bude stoupat počet přírodních aditiv a léčiv, která budou úspěšně konkurovat konvenčním léčivům a přípravkům.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je souhrn vědeckých poznatků o možnostech využití přírodních aditiv jako náhrady chemických léčiv ve výživě králíků.

## **3 Literární rešerše**

### **3.1 Trávicí soustava králíka**

V trávicím systému králíka má v porovnání s ostatními živočišnými druhy poměrně velkou úlohu slepé, tenké a tlusté střevo. Pro proces trávení a vstřebávání živin je klíčová mikrobiální aktivita ve slepém střevě. Celkové využití živin z potravy králíkem je podpořeno cékotrofií neboli požíváním měkkých výkalů pocházejících ze slepého střeva (Blas et Wiseman, 1998).

#### **3.1.1 Dutina ústní**

Králíci mají hypsodontní zuby – kořen nahrazuje dlouhá korunka. Trvalý chrup zpravidla dorůstá do 35. dne života (Crossley, 2009).

Horní a spodní řezáky vyrostou za rok o 10-13 cm. Drcení potravy proti protilehlým zubům však řezáky průběžně obrušuje. K horním řezákům je přiložen ještě pár malých řezáků.

Horní pysk je rozdělen drážkou, čímž vzniká tzv. „zaječí pysk“, drážka pokračuje i vlevo a vpravo k nosním dírkám. Na horním pysku najdeme i 25-30 hmatových chlupů, které spolu s rozštěpem králíkům umožňují vyhledat a pozřít potravu. Králíci mají také diastemu, což je prostor mezi řezáky a premoláry, která společně se „zaječím pyskem“ a řezáky pomáhá králíkům ukusovat krátké kusy vegetace. Králíci žvýkají rychle – čelisti pohybují až 120 x za minutu (Suckow et al., 2012).

##### **3.1.1.1 Slinné žlázy**

Králíci mají čtyři páry slinných žláz: příušní, submaxilární (nebo také mandibulární), podjazykové a jařmové (Suckow et al., 2012).

Sliny králíka obsahují amylázu a galaktosidázu, draselné a hydrogenuhličitanové ionty. Lipáza a močovina je zastoupena pouze ve stopových množstvích (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

#### **3.1.2 Jícen**

Jícen má tři vrstvy příčně pruhované svaloviny, které se rozprostírají po celé jeho délce až do kardiální části žaludku. V jícnu se nevyskytují slizniční žlázy (Suckow et al. 2012).

### **3.1.3 Žaludek**

Žaludek králíka je tenkostěnný vakovitý orgán, který zaujímá 15 % objemu trávicího traktu a nikdy není zcela prázdný. Vyprázdnění žaludku dospělého králíka by trvalo 9 dní (Rees Davies et Rees Davies, 2003). Prostředí žaludku dospělého je velmi kyselé (pH 1-2), zatímco žaludek mláděte má pH 5-6.5, což umožňuje symbiotickým bakteriím průchod gastrointestinálním traktem, a následné osídlení zadní části trávicího traktu. Po odstavu se žaludek rychle okyseluje.

Kardiální část žaludku je velká, tenkostěnná, bez žláz a ohraničená rozvrstveným šupinatým epitelem. Fundální část je hlavní sekreční částí žaludku – nachází se zde jamky ohraničené parietálními buňkami, které produkují kyselinu, a vnitřní a peptické buňky, produkující pepsinogen. Pylorická část je silně svalnatá. Svěrač kardie je velmi dobře vyvinutý a jeho polohování znemožňuje králíkům zvracet (Suckow et al., 2012).

### **3.1.4 Tenké střevo**

Tenké střevo tvoří přibližně 12 % gastrointestinálního traktu. Žlučový a vývod slinivky břišní vstupují do dvanáctníku odděleně. Žlučový vchází do dvanáctníku proximálně, vývod pankreatu naopak distálně. Lačnick je méně vaskularizován a jeho stěny jsou tenčí než stěny dvanáctníku. Kyčelník končí ve slepém střevě jako oblý sacculus rotundus, který tvoří spojení mezi kyčelníkem, slepým střevem a proximální částí tlustého střeva (Suckow et al., 2012).

### **3.1.5 Játra, žlučník a slinivka břišní**

Játra králíka se skládají ze čtyř laloků. Pravý a levý lalok jsou odděleny hlubokou střední rýhou. Tyto laloky jsou pak dále rozděleny na kranální a kaudální lalůčky.

Žlučník se nachází hluboko v dutině břišní ve snížení povrchu pravého kranálního laloku jater. Jaterní vývody se spojují a tvoří společný žlučový, který se spojuje se žlučnickovým vývodem a vstupuje do dorzální části dvanáctníku. Králíci v poměru k velikosti svého těla produkují velké množství žluči. Králík vážící 2 kg je schopen vyprodukovat až 250 ml žluči denně. V játrech jsou syntetizovány žlučové kyseliny jako je kyselina cholová a chenodeoxycholová, které fungují jako detergenty emulgující tuk, čímž umožňují vstřebávání tuku a v něm rozpustných vitaminů v tenkém střevě (Suckow et al., 2012). Žluč také obsahuje žlučové pigmenty biliverdin a bilirubin. Biliverdin vzniká rozkladem hemoglobinu a u většiny savců se před vyloučením žluči redukuje na bilirubin. U králíka je však aktivita reduktázy

biliverdinu velmi nízká, a proto 63 % žlučových pigmentů tvoří nezredukovaný biliverdin (Rees Davies et Rees Davies, 2003). Biliverdin i bilirubin se dále ve střevě mikrobiálně rozkládají na urobilinogeny, které dodávají specifickou barvu výkalům (Cheeke, 1987).

Slinivka břišní je malá a rozptýlená, často těžko lokalizovatelná v mezenterním tuku trávicího traktu (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

### 3.1.6 Slepé střevo

Slepé střevo (cékum) je u králíka oproti jiným druhům podstatně větší a zaujímá 40–60 % objemu celého trávicího traktu (Rees Davies et Rees Davies, 2003). Je to tenkostěnný orgán, který je přes sebe třikrát přeložen. Distální část slepého střeva končí jako zhruba 13 cm dlouhá, úzká, silnostěnná slepě končící trubice známá jako červovitý výběžek slepého střeva. Červovitý výběžek obsahuje velké množství lymfatické tkáně a také do slepého střeva vylučuje hydrogenuhličitanové ionty, které fungují jako pufrční činidlo pro těkavé mastné kyseliny vytvořené fermentací ve slepém střevě (Cheekem, 1987). Slepé střevo obývají symbiotické mikroorganismy, především *Bacteroides spp.*, které rozkládají nerozpustnou vlákninu, čímž zpřístupňují velké množství energie, kterou by jinak králík nemohl využít (Ilbreck, 2001). Dle Johnson-Delaney (2006) však v cekální mikroflóře lze mimo druhů rodu *Bacteroides* najít i prvoky, kvasinky a malé množství bakterií *Escherichia coli* a klostridií. Mimo jiné se díky změnám míry zastoupení jednotlivých druhů mikroorganismů během dne (tzv. „transfaunace“) mění i pH cekálního obsahu – zatímco ráno je pH spíše zásadité, odpoledne se mění na kyselé.

### 3.1.7 Tlusté střevo

Tlusté střevo je rozděleno do 4 částí. První část je asi 10 cm dlouhá a má 3 podélné ploché pásy svalové tkáně (taénie), které rozdělují střevo na haustra. Sliznice této části je pokryta malými výčnělky o průměru 0,5 mm, které se nazývají „warzen“ neboli bradavice, které jsou typické pro zajícovce a značně zvětšují absorpční povrch střeva. Tyto výčnělky pravděpodobně napomáhají mechanické separaci tráveniny. Taénie jsou inervovány autonomními vlákny z myenterického plexu.

Druhá část tlustého střeva má jen jednu taénii a méně menších hauster. Zde probíhají segmentální a haustrální kontrakce, které mechanicky separují tráveninu na nestavitelné a tekuté složky. Při posunu tráveniny je zde dále reabsorbována voda, až je trávenina vyloučena jako tuhé suché výkaly.

Třetí část je tzv. *fusos coli*, která je asi 4 cm dlouhá, silně inervovaná, prokrvená a svalnatá. Povrch její sliznice má výrazné podélné záhyby a pohárkové buňky. *Fusus coli* se otevírá do čtvrté části, která je histologicky nerozlišitelná od předchozí části.

Distální část tlustého střeva končí v rektu, je tenkostěnná a obvykle obsahuje tuhé výkaly. Její sliznice má krátké krypty s abudantními pohárkovými buňkami (Johnson-Delaney, 2006).

### 3.1.8 Cékotrofie

Cékotrofie je přirozené chování králíků, kdy králíci požívají měkké výkaly (cékotrofy), které pochází ze slepého střeva. Tyto výkaly mají tvar hroznů a na povrchu jsou lesklé díky vrstvě hlenu (Fekete and Bokori, 1985). Cékotrofy jsou zdrojem mikrobiálního proteinu, vitaminů (především vitaminů skupiny B), a malého množství těkavých mastných kyselin, které jsou ve výživě králíka nepostradatelné (Mayer, c2018).

Měkké výkaly nezávisle na množství vlákniny v potravě obsahují jen 50 % hrubé vlákniny oproti tuhým výkalům. Ale není tomu tak u všech složek potravy. Je-li snížen příjem bílkovin, v tuhých výkalech jich zůstává méně, zatímco jejich obsah v cékotrofech se nemění. Tento jev je způsoben tím, že měkké výkaly jsou po požití znovu tráveny a stravitelné složky mohou být resorbovány, především v případě jejich nedostatku. (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

Měkké výkaly neboli cékotrofy jsou požívány přímo z konečníku díky neurologickému lízacímu reflexu a jsou polykány celé, aniž by byly žvýkány. Čas kdy cékotrofie probíhá je ovlivněn především světlem a liší se u králíků v lidské péči a králíků divokých. Zatímco u divokých králíků dochází k cékotrofii obvykle během dne, kdy jsou ve svých norách, u králíků v lidské péči dochází k cékotrofii v noci, ačkoli se může objevit i během dne.

K cékotrofii obvykle dochází asi 4 hodiny po požití potravy. Při krmení králíků *ad libitum* dochází k cékotrofii periodicky obvykle mezi 0:00 a 2:00, a poté znovu okolo 8:00.

Jsou-li ovšem králíci krmeni restriktivně, je cékotrofie ovlivněna především dobou podání potravy. Množství požitých cékotrofů je spojeno s obsahem vlákniny v přijímané potravě. Obecně lze říci, že čím vyšší je obsah nestravitelné vlákniny v potravě, tím je cékotrofie významnější (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

Rozdíl v tvorbě měkkých a tvrdých výkalů začíná během průchodu tráveniny slepým střevem a proximální částí tračníku. Formace tvrdých výkalů není zapříčiněna resorpcí, nýbrž mechanickou separací složek tráveniny (Blas et Wiseman, 1998).

Klíčovou částí trávicího procesu u králíka je regulace motility tlustého a slepého střeva, která umožňuje rozdělení tráveniny na dále fermentovatelný substrát a nestravitelné složky. Tento proces lze rozdělit do dvou fází – fázi tvorby tuhých výkalů a fázi tvorby cékotrofů. Zásadní vliv na rozdělení tvorby měkkých a tuhých výkalů má *fusus coli*, což je svalová ztluštěnina v příčném tračníku, která stimuluje zahájení peristaltické vlny zapojením autonomních nervů a nadledvin a reguluje separaci fermentovaného materiálu od již nestravitelné vlákniny na základě svalové kontrakce. (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

Před formováním tuhých výkalů je slepé střevo relativně prázdné, protože jeho obsah byl vyloučen ve formě cékotrofů. Vzhledem k tomu, že ve fázi tvorby tuhých výkalů téměř nedochází k fermentaci, potrava prochází slepým střevem poměrně rychle do proximálního tračníku. V proximálním tračníku je do tráveniny secernována voda ze střevní stěny, což napomáhá promísení a separaci jejích složek. *Fusus coli* pak vyvolává kontrakce, které přicházejí v různě dlouhých fázích. První přichází progresivní jednofázová peristaltická kontrakce trvající 5 sekund, dále přichází segmentální pomalá kontrakce trvající 14 sekund – obě tyto kontrakce směřují aborálně. Následuje soubor 3 sekundových haustrálních kontrakcí, které „stloukají“ tráveninu, díky tomu se vláknité složky větší než 0,5 mm shromažďují ve středu lumen proximálního tračníku, zatímco menší částice se akumulují po stranách. Hrubá vláknitá složka se dále rychle posouvá distálním směrem. Po resorpci vody, elektrolytů a těkavých mastných kyselin se z tráveniny stávají suché tuhé výkaly, které jsou vyloučeny bez mukózního obalu. Dále fermentovatelné jemné složky tráveniny jsou obrácenou peristaltikou vráceny zpět do slepého střeva (Rees Davies et Rees Davies, 2003).

Zásadní vliv na tvorbu cékotrofů má stejně jako u tvorby tuhých výkalů svalová ztluštěnina *fusus coli*, ale navíc několik dalších faktorů. Nejčastěji jsou zmiňovány vlivy zvýšené koncentrace těkavých mastných kyselin a přítomnosti tráveniny v žaludku a tenkém střevě.

Po fermentaci obsahuje slepé střevo tmavozelenou jemnou pastovitou hmotu, která je bohatá na lehce natrávenou potravu a mikroorganismy. Během fáze tvorby cékotrofů ustávají kontrakce, které probíhaly během tvorby tuhých výkalů. Naopak se zvyšuje frekvence monofázických peristaltických kontrakcí, které trvají 1,5 sekundy. Slepé střevo se stahuje a jeho obsah je posouván do tračníku. Posun tráveniny tračníkem je ve fázi tvorby cékotrofů asi 1,5-2,5x rychlejší než při tvorbě tuhých výkalů. Kontrakce *fusus coli* jsou při tvorbě cékotrofů mírnější a z tráveniny není oddělována voda. Při následném postupu tráveniny distálním tračníkem jsou cékotrofy obaleny hlenem s obsahem lysozymu a ihned po vyloučení jsou králíkem vcelku polknuty (Rees Davies et Rees Davies, 2003).



## 3.2 Výživa králíků

Králíci chovaní v lidské péči při běžném světle s krměním *ad libitum* přijímají největší množství potravy od 15:00 do 17:00 a příjem pokračuje až do půlnoci. Poté se příjem potravy snižuje do 2:00 a téměř ustává až do 8:00 (Rees Davies et Rees Davies, 2003). Příjem potravy je obvykle pravidelný, ale může se stát, že na krátké období (1-2 dny) příjem krmiva ustane, aniž by byl jedinec vystaven stresu nebo onemocnění (Poderscek et al., 1991).

Příjem potravy může být ovlivněn vnějším prostředím, zejména teplotou. Při vyšších teplotách se příjem krmiva snižuje, v nižších teplotách naopak příjem potravy roste, aby byla pokryta metabolická potřeba pro regulaci tělesné teploty (Cheeke, 1994).

Dle Cheekeho (1994) králíci lépe prospívají, jsou-li krmeni granulovaným krmivem nežli jinými alternativními krmivy. Výsledky výzkumu Ilbrecka (2001) ukazují, že králíci preferují dehydrovanou granulovanou vojtěšku před vojtěškou v původním stavu. Dle Suckowa et al. (2012) to může být způsobeno tím, že králíci obecně neradi přijímají stonky a jiné tuhé části rostlin.

Bylo zjištěno, že optimální rozměr granulí pro králíky je 0,63cm x 0,47cm. Je-li rozměr granulí menší, králíci jich přijímají méně (McNitt et al., 2013).

### 3.2.1 Složky krmiva a jejich trávení

Většina komerčních kompletních krmiv je založena na vojtěšce (*Medicago sativa*), ačkoli pro výrobu mohou být použity i jiné rostliny. Primární složkou je obvykle dehydrovaná vojtěška doplněná o obiloviny a jejich vedlejší produkty, dále pak cukry (melasa), vitamíny a minerály. Krmiva založená na obilovinách jsou obvykle příliš bohatá na sacharidy a obsahují příliš malé množství vlákniny na to, aby udržely zdravý trávicí systém. Pokud jsou tato krmiva využívána, měla by být doplněna zdrojem vlákniny, aby byla podpořena peristaltika střev.

Čerstvá zelená píce může být králíkům podávána jako obohacení krmné dávky, ale neměla by představovat významnou část stravy, jelikož nutriční obsah a kvalita rostlin je často neznámá nebo nedostatečná (Suckow et al. 2012)

### 3.2.2 Sacharidy

Nejdůležitějšími sacharidy ve výživě králíka jsou škroby a celulóza. Škrob nacházíme v obilninách a okopaninách. Zatímco škrob je tráven přímo a je jedním z hlavních energetických zdrojů většiny nepřežvýkavců, celulóza je pro většinu živočichů nestravitelná,

protože nedokáže syntetizovat enzym celulózu, který ji rozkládá. Králíci mohou celulózu zužitkovat díky mikroorganismům ve slepém a tlustém střevě.

Sacharidy jsou ve výživě králíka především zdrojem energie. Je-li v krmné dávce příliš velký podíl obilnin s vysokým obsahem stravitelných sacharidů, může docházet k enteritidám. Obilniny s vysokým obsahem vlákniny však mohou enteritidám naopak předcházet (McNitt et al., 2013).

### 3.2.2.1 Jednoduché sacharidy

Škroby jsou tráveny v tenkém střevě za pomoci pankreatického enzymu amylázy, která je vylučována slinivkou břišní. Amyláza rozkládá škrob na glukózu, která je následně vstřebána a využita jako zdroj energie. Trávenina prochází tenkým střevem poměrně rychle, a tak se do dalších částí trávicího traktu dostává poměrně velké množství nestrávených škrobů, které jsou zde následně fermentovány symbiotickými mikroorganismy. U králíků, kteří přijímají potravu bohatou na obilniny, může dojít k přesycení sacharidy a nestrávené škroby v céku a tlustém střevě způsobí přemnožení symbiotických mikroorganismů. Jsou-li přítomny mikroorganismy, které produkují toxiny, může dojít k enterotoxémii a následnému úhynu králíka.

V krmné dávce dospělého králíka by mělo být zastoupení jednoduchých sacharidů v rozpětí mezi 40 - 45 %. Vyšší dávky sacharidů jsou nežádoucí, protože jejich vlivem je snížena produkce motilinu. Motilin je hormon produkovaný buňkami dvanáctníku a lačnicku stimulující hladkou svalovinu trávicího traktu. Nadměrné množství sacharidů v krmné dávce také může způsobit přemnožení patogenních bakterií jako je *Clostridium spiroforme* (Mayer, c2018).

### 3.2.2.2 Vlákna

Vlákninou nazýváme různorodou skupinu látek rostlinného původu, kterou lze dle jejich výskytu v rostlinné buňce a chemického složení rozdělit takto:

- Komponenty buněčných stěn
  - ve vodě rozpustné neškrobové polysacharidy (některé beta-glukany, arabinoxylázy a pektiny)
  - ve vodě nerozpustné polymery (lignin, celulóza, hemicelulóza, některé pektiny),
- Cytoplazmatické komponenty
  - Oligosacharidy, fruktany, manany a rezistentní škrob

Vlákninu lze také dělit dle Van Soesta na acidodetergentní vlákninu (ADF) a neutrálně detergentní vlákninu (NDF). Zatímco pod neutrálně detergentní vlákninu řadíme hemicelulózu, celulózu a lignin, do acidodetergentní vlákniny řadíme již pouze celulózu a lignin (Blas et Wiseman, 2010).

Vláknina je trávena především mikrobiální fermentací ve slepém střevě, ačkoli někdy začíná trávení vlákniny již před slepým střevem, a to vlivem činnosti mikroorganismů z měkkých výkalů, které králíci požírají. Fermentovatelnost vlákniny je dána mikrobiální aktivitou ve slepém střevě, pH ve slepém střevě a časem, po který je zde trávenina zadržena. Tento čas je ovlivněn i velikostí částic tráveniny. Vzhledem k tomu, že vlákniny je mnoho druhů, přičemž různé druhy mají různé vlastnosti, nelze říci, že má vláknina jako součást potravy vždy stejné účinky (Blas et Wiseman, 2010).

Cékotrofie již stravitelnost vlákniny příliš nezvyšuje, protože vláknina je ve *fusus coli* oddělena od cékotrofů a odchází z těla ve formě tuhých výkalů (Suckow et al., 2012).

Vláknina bohatá na celulózu a lignin (z vojtěšky a trav) je králíky trávena minimálně. Krmiva s menším obsahem vlákniny ve formě ligninu (řepa, dužina citrusů) jsou sice podstatně lépe stravitelná, ale nepodporují motilitu střev (Cheeke, 1987).

V krmné dávce je žádoucí zastoupení vlákniny v rozpětí 14 - 20 %, a to zejména pro udržení zdraví trávicího traktu a podpoření motility střev (Mayer, c2018). Je-li v krmné dávce vlákniny více, králíci nepřijímají v krmné dávce dostatečné množství stravitelné energie a ve srovnání s dávkami s optimálním zastoupením vlákniny se snižuje konverze krmiva (Blas et Wiseman, 2010).

Obsah jednotlivých druhů vlákniny v krmné dávce králíků ve výkrmu by měl být: NDF  $\geq 32$  %, ADF  $\geq 19$  %, celulóza  $\geq 13$  %, hemicelulózy  $\geq 12$  %, lignin  $\geq 5,5$  %. Poměr stravitelné vlákniny k ADF by měl být větší než 1,3 (Volek, 2005).

### 3.2.3 Voda

Přístup k čisté pitné vodě by měl být *ad-libitum*. Špatná kvalita vody může mít negativní vliv na zdraví králíka, proto je bez ohledu na zdroj vody nutné důsledně kontrolovat její kvalitu, aby byla včas zjištěna přítomnost nečistot či patogenů (Suckow et al., 2012).

### 3.2.4 Minerální látky

Potřebu většiny minerálů lze snadno pokrýt podáváním vyvážené krmné dávky za přídatku soli obohacené o stopové prvky (Cheeke, 1987).

#### **3.2.4.1 Vápník a fosfor**

Vápník a fosfor jsou důležité pro udržení zdravých kostí a zubů. Metabolismus vápníku králíků je poměrně neobvyklý. Králíci vstřebávají vápník velmi efektivně a přebytek vylučují močí, díky čemuž může být králíčí moč při vysokých dávkách vápníku v krmivu bíle zbarvena. Zatímco u jiných druhů je vstřebávání vápníku řízeno metabolitem vitamínu D a vápník je tak vstřebáván pouze je-li potřeba, králíci vápník přijímají nepřetržitě, navíc jeho absorpce není závislá na vápník vázících proteinech ve střevě (McNitt et al., 2013).

Na nízké dávky vápníku v krmivu reaguje organismus králíka uvolněním parathyroidního hormonu, což vede k reabsorpci vápníku a následně k hypokalciurii. Dojde-li k tomuto jevu u samic v průběhu laktace, může to vést k akutnímu nedostatku vápníku, tzv. „mléčné horečce“.

Metabolismus fosforu je závislý na vitamínu D, díky čemuž při nedostatku vitamínu D dochází k malabsorpci fosforu a ke zhoršení mineralizace kostry (Suckow et al., 2012).

Bohatým zdrojem vápníku jsou bobovité rostliny, jako je například vojtěška. Obiloviny jsou na vápník naopak chudé, ale obsahují velké množství fosforu. Kombinace vojtěšky a obilovin ve vhodném poměru v krmné dávce proto obvykle stačí k naplnění potřeb vápníku a fosforu králíka (McNitt et al., 2013).

#### **3.2.4.2 Draslík, sodík a chlor**

Tyto minerály souvisí především s acidobazickou rovnováhou tělesných tekutin. Draslík se vyskytuje v dostatečném množství ve vojtěšce, sodík a chlor mohou být doplněny přídatkem 0,5 % soli do krmné dávky.

U králíků postižených enteritidou jsou tyto minerály přítomny v tlustém střevě, což způsobuje narušení rovnováhy tělesných tekutin. Konečným důsledkem tohoto jevu je dehydratace, která může být letální (McNitt et al., 2013).

#### **3.2.4.3 Hořčík**

Hořčík je součástí kostí, je kofaktorem některých enzymů a figuruje i v přenosech nervových vzruchů. Nedostatek hořčíku se projevuje přecitlivělostí, křečemi a může končit i smrtí. Vzhledem k tomu, že vojtěška, která je jednou z hlavních součástí krmných dávek králíků obsahuje dostatek hořčíku, je jeho nedostatek u králíků nepravděpodobný. Nadbytek hořčíku může v některých případech způsobovat průjmy (McNitt et al., 2013).

#### **3.2.4.4 Stopové prvky**

Některé stopové prvky jako je například měď, selen a zinek fungují jako kofaktory enzymů, což znamená, že pro funkci těchto enzymů je přítomnost uvedených prvků v těle nutná. Jód je součástí tyroidního hormonu, železo je součástí hemoglobinu, kobalt je pak součástí vitamínu B12. Nedostatek stopových prvků v chovech králíků nebývá problémem, protože potřeba většiny těchto prvků je v dostatečném množství obsažena v krmné dávce. Je-li jako aditivum do krmné dávky přidáno 0,5 % soli obohacené o minerální prvky, je příjem stopových prvků zajištěn (McNitt et al., 2013).

#### **3.2.5 Vitaminy**

V krmné dávce králíků je nutný přídavek vitaminů A, D a E. Vitaminy skupiny B a vitamin K syntetizuje v dostatečném množství střevní mikroflóra, přídavky tedy nejsou nutné. Denní potřeba vitaminů se může zvýšit v případě nemoci či zvýšeného stresu. Příprava krmiva a jeho uskladnění musí být zabezpečeno tak, aby nedocházelo ke ztrátám vitaminů A a E oxidací, na niž jsou tyto vitaminy silně reaktivní. Krmné dávky obsahující více než 30 % vojtěšky obvykle obsahují dostatečné množství vitamínu A. Obsah vitamínu A musí být větší než 5,000 IU/kg a menší než 75,000 IU/kg. Menší či větší množství tohoto vitamínu v potravě mohou způsobovat potraty, fetální hydrocefalii a jiné problémy.

Minimální množství vitamínu E v krmné dávce není známo (Suckow et al., 2012), ale nedostatek vitamínu E je spojován s neplodností, svalovou dystrofií a fetální a neonatální mortalitou (Mayer, c2018).

Minimální množství vitamínu D zatím nebylo určeno, protože metabolismus vápníku a fosforu na něm není tak závislý jako je tomu u jiných druhů. Jediným problémem spojovaným s vitamínem D u králíků je ve vyšších dávkách jeho toxicita (Suckow et al., 2012).

### **3.3 Přírodní aditiva ve výživě králíků**

Krmná aditiva jsou látky se specifickou účinností, které by v optimálním množství měly pozitivně ovlivňovat vlastnosti krmiv, zdraví zvířat a následně i kvalitu živočišných produktů. Obvykle se jedná o organické, biokatalycké, ochranné a esenciální organické látky, které působí již ve velmi malých množstvích. Krmná aditiva by měla obohacovat krmnou dávku o chybějící

živiny a zlepšovat jejich využitelnost a napomáhat organismu vypořádat se s nepříznivými vlivy prostředí (Zeman, 2006).

Dle směrnice EU 1831/2003 jsou krmná aditiva rozdělena do následujících skupin:

- nutriční aditiva
- senzorická aditiva
- technologická aditiva
- antikokcidika a látky sloužící pro prevenci histomoníazy
- zootechnická aditiva.

(Zelenka, 2014)

Od 1. 1. 2006 je v Evropské Unii zakázáno používání antibiotik jako růstových stimulátorů u všech druhů zvířat, díky čemuž se v posledních letech podstatně zvýšil zájem o krmná aditiva, která by antibiotika nahradila, zejména pak o látky přírodního původu (Casewell et al., 2003).

Za přírodní aditiva lze považovat látky přírodního původu, jako jsou rostliny a jejich produkty, probiotika, prebiotika a synbiotika (Zelenka, 2014; Suiryanrayna and Ramana, 2015). V současné době roste i zájem o využití včelích produktů jako aditiv ve výživě zvířat (Haro et al., 2000; Kletzek 2012; Attia et al., 2014).

V porovnání s antibiotiky či jinými chemickými léčivy přírodní aditiva nezanechávají rezidua v živočišných produktech a jsou podstatně méně toxická při stejných či podobných růstově stimulačních účincích (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

Dle Kouba (2003) stále narůstá zájem o produkty z ekologického zemědělství, protože spotřebitelé je považují za bezpečnější i vzhledem k přísnějším podmínkám použití chemických veterinárních přípravků a aditiv a tím i nižší pravděpodobnosti výskytu jejich reziduí v živočišných produktech. Spotřebitelé upřednostňují produkty ekologického zemědělství i kvůli přesvědčení, že jsou zdravější a výživnější, ačkoli takové rozdíly mezi produkty konvenčního a ekologického zemědělství nebyly potvrzeny. Proto je pro chovatele výhodné používat přírodní aditiva i ze socioekonomického hlediska.

Jedním z nejčastěji používaných léčiv u králíků jsou chemická kokcidostatika. Podávání chemických kokcidostatik v krmné dávce může mít nežádoucí účinky jako je nechutenství, zpomalení růstu, přítomnost reziduí v mase a růst rezistence kokciidií (Mach et al., 2012).

Protože se většina onemocnění králíků dá léčit jen obtížně či vůbec, je vhodné se v chovech zaměřit na jejich prevenci. Vhodnou prevencí je i plnohodnotná potrava doplněná o aditiva, která mohou napomoci udržování optimálního zdraví jedinců, posílit imunitu a zabránit propuknutí chorob (McNitt et al., 2013).

Hlavním problémem v chovech králíků jsou onemocnění, která se projevují průjmem a trávicími obtížemi. Tato onemocnění se vyznačují vysokou mortalitou (McNitt et al., 2013). Nejrizikovější skupinou jsou králíčata těsně po odstavu, kdy je mateřské mléko nahrazováno pevnou stravou a imunitní systém ještě není zcela vyvinut (Carabaño et al., 2006; Gidenne et al., 2005). Onemocnění trávicího traktu králíků mohou být způsobena bakteriální infekcí (*Escherichia coli*, *Clostridium spp.*), parazity (kokcidie), nebo příčina nemusí být známa - tzv. nespecifická enteritida, která je často vyprovokována stresem či nesprávnou výživou a lze jí tedy částečně předcházet i podáváním vhodných krmných aditiv (McNitt et al., 2013; Dalle Zotte, 2016).

Dle Ondruška et al. (2011) může být správnou aplikací přírodních preparátů dosaženo účinné prevence zdravotních a metabolických problémů králíků a tím i efektivní ochrany králíků v intenzivních chovech.

### **3.3.1 Probiotika, prebiotika a synbiotika**

Probiotika, prebiotika a synbiotika by mohla být vhodnou náhradou za nutriční antibiotika, která byla v Evropské unii zakázána v roce 2006. Hlavními účinky těchto výživových aditiv je zvýšená rezistence proti kolonizaci trávicího traktu patogenními bakteriemi a zlepšená imunita hostitele, což vede ke snížení počtu patogenů v trávicím traktu a všeobecně lepšímu zdraví zvířat.

Mikroflóra trávicího traktu je svými metabolickými, trofickými a ochrannými funkcemi schopna pozitivně ovlivňovat integritu střevní bariéry. Ztráta této integrity vede ke zvýšení permeability střev, což může mít za následek vznik onemocnění (Gaggia et al., 2010).

Disfunkci střevních bariér a zvýšení permeability střev může způsobit i fyziologický a psychický stres, což může mít vliv na skladbu střevní mikroflóry a rozvoj patogenních bakterií (Gareau et al., 2009). Ze studie Si et al. (2004) vyplývá, že počty bakterií, které mají pozitivní vliv na trávení, jako jsou laktobacily a bifidobakterie, se snižují, pokud je organismus vystaven stresorům. Stresové situace navíc obvykle vyústí ve snížení produktivity zvířat (Gaggia et al., 2010).

Střevní patogeny produkují toxiny a jiné skupiny látek (mucinázy, aheziny, invaziny), které mají negativní účinky na přirozenou mikroflóru, což může vést k rozvoji zánětů střev a jiných onemocnění (Andoh et Fujiyama, 2006).

Hlavními skupinami mikroorganismů u monogastrů (kam patří i králík) jsou bakteriální rody *Bacteroides*, *Clostridium*, *Bifidobacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococcus*, *Fusobacterium*, *Peptostreptococcus* a *Propionibacterium*. U savců se zastoupení mikroorganismů v trávicím traktu liší mezi jednotlivci a je ovlivněno věkem, zdravotním stavem zvířete a výživou (Gaggia et al., 2010).

### 3.3.1.1 Probiotika

Probiotika jsou látky či mikroorganismy (makrobiotika), které po perorální aplikaci napomáhají utvářet příznivou mikroflóru trávicího traktu. Probiotika jsou obvykle ve formě stabilizované kultury specifických živých mikroorganismů, které po obsazení epitelu trávicího traktu vytěsňují nežádoucí mikroorganismy (Zelenka, 2014).

Probiotická aktivita mikroorganismů je dána jejich rodem, druhem či kmenem. V probiotických přípravcích jsou často pro lepší účinek kombinovány různé druhy mikroorganismů. Na účinnost přípravků má vliv i jejich dávka, čas a délka podávání. U akutních nakažlivých průjmových onemocnění se osvědčilo podávání vyšších dávek po kratší dobu (Gaggia et al., 2010). Další podmínkou účinnosti probiotik může být věk zvířete. Na počátku života zvířete je kolonizace trávicího traktu nestabilní a novorozená zvířata jsou náchylnější k patogenům z vnějšího prostředí. Počáteční kolonizace trávicího traktu má pro hostitele velký význam, protože bakterie mají schopnost modulovat genovou expresi v epitelových buňkách a vytvořit tak vhodné prostředí pro svůj další rozvoj (Siggers et al., 2007).

V současnosti se stále více objevují probiotika specificky vyrobená pro konkrétní druh zvířete, v nichž se nachází mikroorganismy, které mají schopnost přilnout k epitelu střeva. V některých probiotických přípravcích lze nalézt i bakterie, které produkují specifické antibakteriální substance (Zelenka, 2014).

Aktivita mikroorganismů v probiotiku je vyjádřena v jednotkách CFU (colony forming units – kolonie tvořící jednotky). Počet jednotek v probiotickém výrobku bývá udáván v CFU na 1 g či 1 ml.

Ačkoli mechanismy působení probiotik dosud nebyly plně prozkoumány, existuje mnoho hypotéz, které vysvětlují jejich účinky. Mezi hlavní teorie patří:

- agregace patogenních bakterií a probiotických látek



- konkurenční adheze probiotických mikroorganismů k epitelu střeva, která znemožňuje uchycení nežádoucích bakterií
- snížení pH v tenkém střevě kvůli vyšší produkci kyseliny mléčné
- konkurence mezi probiotickými organismy a patogenními bakteriemi v přístupu k živinám
- snížení hladiny amoniaku v gastrointestinálním traktu díky omezení produkce toxických aminů
- tvorba specifických antimikrobiálních látek probiotickými bakteriemi

(Zelenka, 2014)

Mezi organismy, které se v probiotických přípravcích vyskytují, nejčastěji patří bakterie rodu *Lactobacillus*. Rod *Lactobacillus* je širokou a heterogenní taxonomickou jednotkou, která obsahuje více než 100 různých druhů, které patří mezi bakterie mléčného kvašení. Mnohé z těchto druhů se přirozeně vyskytuje v mikroflóře trávicího traktu zvířat a lidí a jejich výskyt a množství je závislé na konkrétním hostiteli (Gaggia et al., 2010).

Hojně využíván je i rod *Bifidobacterium*. V mikroflóře trávicího traktu zvířat i lidí jsou bifidobakterie považovány za rod, který má klíčovou funkci. Přítomnost velkého množství bakterií tohoto rodu v trávicím traktu je asociována s dobrým zdravotním stavem hostitele. Všeobecně je předpokládáno, že bifidobakterie jsou schopny udržovat střevní mikroflóru v rovnováze a snižovat riziko patogenní infekce (Biavati et Mattarelli, 2006). Využití bifidobakterií v probiotických přípravcích je velmi slibné, ačkoli je nutno brát v potaz, že mnohé druhy z tohoto rodu jsou druhově specifické (Gaggia et al., 2010).

Dalším v probiotických přípravcích využívaným rodem je rod *Enterococcus*, jehož zástupci také patří mezi bakterie mléčného kvašení a běžně se vyskytují v potravě i v trávicím traktu zvířat jako komenzálové (Fisher et Phillips, 2009). Mezi druhy, které jsou používány již dlouhou dobu bez sledovaných problémů, patří *Enterococcus faecium*, ale jiné druhy, jako jsou například *Enterococcus durans* a *Enterococcus hirae*, jsou spojovány se vznikem infekčních onemocnění u drůbeže. Využití enterokoků v probiotických přípravcích je stále kontroverzním tématem, vzhledem ke schopnosti některých druhů vyvolávat onemocnění a sledovaným rezistencím vůči antibiotikům (Gaggia et al., 2010).

Mezi zajímavé koncepty patří i tzv. „kompetitivní vyloučení“ (CE – competitive exclusion), které poprvé představil Nurmi et Rantala (1973). Jako prevence před nákazou bakteriemi rodu *Salmonella* byl jednodenním kuřatům úspěšně podáván mikrobiologicky nedefinovaný obsah slepého střeva zdravých dospělých jedinců.

CE bakterie by měly být zvířatům podávány hned na počátku života, aby jim bylo umožněno kolonizovat trávicí trakt zvířete a poté úspěšně konkurovat patogenním bakteriím. Nevýhodou CE je obtížnost standardizace mikroorganismů, protože mikroflóra se liší i mezi jedinci a může obsahovat i patogeny (Gaggia et al., 2010).

U králíků úspěšně zkoumali probiotika Bhatt et al. (2016). Králíci byli od 42 dnů věku až do porážky v 91 dnech krmení zaváděni vojtěškou a dvěma skupinám byl podáván koncentrát *Lactobacillus acidophilus* či *Lactococcus lactis* (oba  $1 \times 10^7$  CFU/g). V porovnání s kontrolní skupinou vykazovala skupina, jíž byl podáván *Lactobacillus acidophilus* větší hmotnostní přírůstek (24.5 vs. 22.5 g/den). Oba koncentráty zlepšily u testovaných jedinců konverzi živin, stravitelnost hrubého proteinu (82.7 vs. 74.9 %) a neutrálně detergentní vlákniny (41.9 vs. 29.4 %). Vliv na kvalitu jatečného těla nebyl sledován.

Pozitivní výsledky měla i studie Ondrušky et al. (2011) na vliv huminových látek (přípravek Humac Natur) a probiotik (přípravek Propoul) na růst králíků. Oproti kontrolní skupině dosahovali v poslední fázi výkrmu testovaní králíci vyšší intenzity růstu, byla pozorována snížená mortalita králíčat do odstavu (o 1,89 %). Nebyly však zaznamenány větší rozdíly v konverzi krmiva.

Matusevičius et al. (2004) testovali vliv komerčního probiotika YEASTURE na produktivitu vykrmovaných králíků. Do kompletní krmné dávky bylo testovaným králíkům přidáno 1 kg tohoto probiotika na 1 tunu krmné směsi. Dle výsledků, 60 dní staří králíci krmení směsí obohacenou o toto probiotikum vážili o 18 % více než jedinci z kontrolní skupiny.

Vliv probiotik na růst králíků a cekální fermentaci sledovali také Oso et al. (2013). Po dobu 70 dní byla testovaným jedincům podávána krmná dávka obohacená o *Pediococcus acidilactis* ( $1 \times 10^{10}$  CFU/g) a *Bacillus cereus* ( $1 \times 10^9$  CFU/g). Výsledky však nebyly uspokojivé a růstové schopnosti testovaných jedinců nebyly výrazně ovlivněny.

Ani výzkum Kamra et al. (1996), při kterém bylo králíkům orálně podáváno probiotikum složené z laktogenních bakterií *Lactobacillus acidophilus* ( $5 \times 10^8$  CFU/ jedinec), *Lactobacillus casei* ( $5 \times 10^8$  CFU/ jedinec) a kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* nepotvrdil, že by probiotika měla pozitivní vliv na růstové schopnosti králíků.

Amber et al. (2004) testovala přípravek Lact-A-Bac (obsahuje *Lactobacillus acidophilus*). V tomto výzkumu byla u testovaných králíků sledována nejen vyšší stravitelnost hrubé vlákniny, ale i energie a ostatních složek. Navíc byly zjištěny vyšší počty celulolytických bakterií a snížené počty ureolytických v porovnání s kontrolní skupinou.

Pro lepší pochopení účinků probiotik na králíky a vývoj účinných probiotických přípravků pro ně určených bude v budoucnu nutné provést podrobnější studie podobného typu

jako u přípravků určených pro lidi či významnější hospodářská zvířata, jako jsou prasata a drůbež (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

U drůbeže je použití probiotik úzce spojeno s již zmiňovaným „kompetitivním vyloučením“, kdy je kuřatům podáván *per os* mikrobiologicky nedefinovaný obsah slepého střeva zdravých dospělců. Tento typ probiotika se ukázal být funkčním nejen proti bakteriím rodu *Salmonella*, ale i proti *Clostridium jejuni*, *Listeria monocytogenes*, patogenním kmenům *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica* a *Clostridium perfringens* (Nisbet, 2002; Schneitz, 2005).

U drůbeže jsou ovšem používána i mikrobiologicky definovaná probiotika, nejčastěji na bázi laktobacilů, které mají příznivý účinek na potlačení růstu salmonel (Gaggia et al., 2010). Higgins et al. (2008) navíc dokazují, že podání *per os* má oproti tradičnímu podávání v pitné vodě rychlejší nástup účinku a významně redukuje počet Bakterií *Salmonella enteritidis* v trávicím traktu.

La Ragione et al. (2004) testovali účinnost *Lactobacillus johnsonii* na kolonizaci trávicího traktu bakterií *Salmonella enteritidis* u čerstvě vylíhnutých kuřat. Výzkum sice nepotvrdil pozitivní účinky na *Salmonellu enteritidis*, ale bylo sledováno významné snížení počtu bakterií *Escherichia Coli* a *Clostridium perfringens*.

Hofacre et al. (2003) zkoumali účinky laktobacilů podávaných kuřatům ve stáří 1 dne. U skupiny, které byly laktobacily podávány, bylo pozorováno snížení mortality u nekrotické enteritidy z 60 % na 30 %.

Mezi další rody bakterií s probiotickým účinkem, které byly úspěšně testovány na drůbeži, patří spory *Bacillus cereus toyoi* a *Bacillus subtilis* a bakterie rodu *Bifidobacterium* (Gaggia et al., 2010). Zatímco u sporů *Bacillus cereus* a *Bacillus subtilis* byla testována především jejich účinnost na potlačení množení *Salmonelly enteritidis* a *Clostridium perfringens* (La Ragione et Woodward, 2003; Vila et al., 2009), bifidobakterie byly zkoumány především na účinky na růstové schopnosti (Estrada et al., 2001; Jung et al., 2008).

Velmi důležitý je dle Timmerman et al. (2004) i způsob a čas podání probiotika. Podávání probiotik v krmivu je vhodnější než podávání v pitné vodě – u skupiny, které bylo probiotikum podáváno v krmné dávce byl sledován vyšší denní hmotnostní přírůstek. Věk zvířat má na funkci probiotika také zásadní vliv. Nejlepších výsledků je dosahováno, jsou-li probiotika podávána zvířatům v co nejnižším věku, protože některé bakterie jsou schopny ovlivnit genovou expresi u střevních epitelových buněk a vytvořit tak vhodné prostředí pro svůj druh.

Jak u probiotik fungujících na principu „kompetitivního vyloučení“, tak u mikrobiologicky definovaných probiotických přípravků lze kromě účinnosti na potlačení růstu

patogenů v trávicím traktu předpokládat i pozitivní vliv na růst, konverzi krmiva a kvalitu masa, protože pozitivně ovlivňují enzymatické pochody ve slepém střevě (Gaggia et al., 2010).

Mezi monogastry, u nichž jsou používána probiotika, patří i prasata. V chovech prasat zvířata často trpí stresem, který má negativní vliv na skladbu střevní mikroflóry a dává možnost průniku patogenům. U prasat, stejně jako u králíků, patří mezi hlavní stresové situace odstav a období po odstavu, kdy dochází ke snížení příjmu potravy, což může narušit imunitní reakce organismu a rovnováhu střevní mikroflóry. To může vést k onemocněním trávicího traktu a průjmům (Modesto et al., 2009).

Na prasatech bylo testováno velké množství probiotických přípravků (Gaggia et al., 2010). Narozdíl od drůbeže u prasat zatím nebyla příliš intenzivně studována metoda „kompetitivního vyloučení“, ačkoli dle výzkumu (Genovese et al., 2003) po podání definované kultury, vytvořené z obsahu trávicího traktu zdravého dospělého selata, byla čerstvě narozená selata odolnější vůči bakterii *Salmonella enterica choleraesuis*.

Prospěšným se také ukázalo být podávání probiotické bakterie *Escherichia coli* K-88 získané z okolního prostředí (půda, výkaly) kojeným selatům trpícím průjmem způsobeným patogenní *Escherichii coli* (Setia et al., 2009).

Úspěšně byly u prasat testovány přípravky s *Enterococcus faecium*. Dle výzkumu Zeyner et Boldt (2006) byla selata, kterým byla tato bakterie podávána od narození do odstavu, nejen odolnější proti průjmu, ale byl u nich sledován i vyšší denní hmotnostní přírůstek.

Podávání *Enterococcus faecium* březím prasnicím a následně selatům má dle Scharek et al. (2005) pozitivní účinky na střevní mikroflóru selat a snížení počtu patogenů v trávicím traktu.

Vzhledem k tomu, že laktobacily jsou v trávicím traktu prasat často přítomny, vzrůstá počet výzkumů, které se zabývají jejich podáváním jako probiotika. Dle výzkumu Takahashi et al. (2007) má podávání bakterie *Lactobacillus plantarum* příznivý vliv na celkový počet laktobacilů v trávicím traktu u prasat po odstavu.

Při podávání *Lactobacillus sorbitus* selatům byly pozorovány vyšší denní hmotnostní přírůstky a snížené počty enterotoxigenní *Escherichie coli* (Konstantinov et al., 2008).

Dalšími testovanými probiotiky u prasat byly přípravky obsahující bakterie rodu *Bifidobacterium*, *Pediococcus* a *Bacillus* a kvasinky rodu *Saccharomyces*, obvykle s příznivými výsledky. Pozitivně bylo ovlivněno především složení střevní mikroflóry a byl pozorován i pokles počtů patogenních bakterií (Gaggia et al., 2010).

### 3.3.1.2 Prebiotika

Prebiotika jsou látky, které umožňují specifické změny ve složení a aktivitě střevní mikroflóry. Tyto změny pak pozitivně působí na zdraví hostitele (Gibson et al., 2004).

Aby bylo možné látku považovat za probiotikum, musí splňovat přinejmenším tato kritéria:

- nesmí být hydrolyzována či absorbována v žaludku či tenkém střevě,
- musí být vhodným substrátem pro rozvoj specifického prospěšného druhu mikroorganismu, jako jsou například bifidobakterie,
- fermentace tohoto substrátu musí mít příznivé účinky na organismus hostitele.

(Manning et Gibson, 2004).

Jako prebiotika jsou nejčastěji využívány oligosacharidy a polysacharidy (Mussato et Mancilha, 2007), které jsou pro daný druh zvířete nestravitelné, ale jsou vhodným substrátem pro rozvoj mikroflóry, která je považována za přínosnou (Zhang et al., 2003).

Za jedny z nejefektivnějších prebiotik jsou považovány nestravitelné oligosacharidy, zejména pak fruktooligosacharidy, galaktooligosacharidy, trans-galaktooligosacharidy a laktulóza. Mezi další potenciální prebiotika, které však zatím nebyly do hloubky studovány, patří glukooligosacharidy, glykooligosacharidy, laktikol, izomaltooligosacharidy, maltooligosacharidy, xylo-oligosacharidy a další (Patterson et Burkholder, 2003).

Ačkoli mananooligosacharidy byly v minulosti využívány stejným způsobem jako výše uvedená prebiotika, nelze o nich tvrdit, že by selektivně podporovaly rozvoj prospěšné mikroflóry. Jejich mechanismus spočívá v navázání se na manóza-specifický lektin gramnegativních patogenů, jako jsou bakterie rodu *Salmonella* a *Escherichia Coli*, což má za následek jejich vyloučení ze střeva (Baurhoo et al., 2007).

Použití prebiotik u zvířat jako možná alternativa k antibiotickým růstovým stimulátorům má kontroverzní výsledky, avšak jejich použití pro nastolení rovnováhy v trávicím traktu zvířat a umožnění prospěšné mikroflóry jeho kolonizaci má nesporně kladné výsledky (Gaggia et al., 2010). Dle Fonseca et al. (2004) a Pinheiro et al. (2009) má použití prebiotik pozitivní výsledky i u králíků.

Seleem et al. (2007) testovali produkční a reprodukční vlastnosti králíků při podávání probiotika Lactomannan (obsahující mananooligosacharidy) v napájecí vodě. Oproti kontrolní skupině byl u těchto jedinců sledován výrazně vyšší denní přírůstek hmotnosti, využitelnost krmiva a celková hmotnost. Mimo jiné byla pozorována i vyšší hmotnost jatečně opracovaného trupu a hmotnost vnitřních orgánů. U testovaných samců byly shledány lepší reprodukční

schopnosti. U samic byla mimo zlepšené reprodukční schopnosti sledována vyšší hmotnost mláďat při narození a mléčnost. U mláďat matek, kterým bylo prebiotikum podáváno, byla sledována nižší mortalita jak před, tak i po odstavu. U všech kategorií králíků byly nejlepší výsledky sledovány při přidavku 2 ml Lactomannanu na 1 l napájecí vody.

Ezeonu et al. (2011) zkoumali potenciál extraktů z listů rostlin *Vernonia amygdalina* a bazalky vytrvalé (*Ocimum gratissimum*) jako prebiotika u králíků. Tyto extrakty byly králíkům podávány orálně od osmi týdnů věku v množství 0,1 g na den. U králíků, kterým byl podáván extrakt z byliny *Vernonia amygdalina*, byly sledovány vyšší počty bakterií rodu *Enterococcus* a aktinomycet, zatímco u skupiny, které byl podáván extrakt z bazalky vytrvalé, se zvýšil pouze počet aktinomycet. U obou skupin byl sledován pokles počtu bakterií rodu *Bacteroides*, *Escherichia coli* a *Staphylococcus aureus* jak ve výkalech, tak ve střevech. Z výzkumu vyplývá, že tyto byliny, zejména *Vernonia amygdalina* lze použít jako prebiotika s účinkem proti patogenním organismům v trávicím traktu králíků.

Z výzkumu Morisse et al. (1993) vyplývá, že králíci, jimž je podávána oligofruktóza, jsou méně náchylní k průjmu vyvolanému bakterií *Escherichia coli* a králíci, kterým jsou do krmné dávky přidávány probiotické oligosacharidy, mají lepší hmotnostní přírůstky.

Účinky mananoligosacharidů (1 g/kg) a arabinoxylanových oligosacharidů (1 g/kg) jako probiotik u králíků sledovali Oso et al. (2013). Králíci, kterým byly podávány mananoligosacharidy měly v porovnání s ostatními skupinami nejlepší výsledky (nejvyšší hmotnost na konci výkrmu a nejvyšší hmotnostní přírůstek). Obě prebiotika u testovaných jedinců pozitivně ovlivnila konverzi krmiva.

U drůbeže je použití prebiotik poměrně nové, avšak velmi perspektivní (Gaggia et al., 2010). Testovány již byly například fruktooligosacharidy. Zatímco výzkum Juskiewicz et al. (2006) na krůtách účinky fruktooligosacharidů nepotvrdil, Xu et al. (2003) sledovali při jejich podávání u brojlerových kuřat zvýšení denního hmotnostního přírůstku. U krůt nemělo dle Stanczuk et al. (2005) žádný účinek ani podávání inulinu a mannanoligosacharidů.

Krmení brojlerových kuřat fruktany z čekanky (*Cichorium intybus*) mělo pozitivní účinky na hmotnostní přírůstky, konverzi krmiva a váhu jatečného těla (Yusrizal et Chen, 2003).

Na potlačení patogenů v trávicím traktu měly dle výzkumů účinky mananoligosacharidy (Spring et al., 2000) a isomaltooligosacharidy (Thitaram et al., 2005).

Výzkum Biggs et al. (2007), v němž byla kuřata krmena pěti různými oligosacharidy (inulin, oligofruktóza, mannanoligosacharidy, fruktooligosacharidy a transgalaktooligosacharidy) však pozitivní účinky těchto látek nepotvrdil. Výzkumem bylo navíc

zjištěno, že vysoké dávky prebiotik mohou mít negativní vliv na trávicí trakt a růstové schopnosti ptáků.

Výsledky výzkumu Biggs et al. (2007) potvrzují i výzkum Jung et al. (2008), kdy byly brojlerovým kuřatům podávány galaktooligosacharidy ve dvou různých koncentracích bez účinku na růstové schopnosti či konverzi krmiva. Je ale nutno podotknout, že byl sledován pozitivní účinek na populace bifidobakterií.

U prasat byly úspěšně testovány trans-galaktooligosacharidy. U prasat ve výkrmu byly sledovány zlepšené růstové schopnosti, lepší stravitelnost živin a změněné počty jednotlivých druhů střevní mikroflóry (Smiricky-Tjardes et al., 2003).

Směs galaktooligosacharidů podávána prasatům spolu s krmivem u nich významně zvýšila zastoupení bifidobakterií ve střevní mikroflóře, bylo sledováno snížení pH trávicího traktu, a potlačený růst enterotoxické *Escherichie coli* a *Salmonelly enterica* (Tzortzis et al., 2005).

Dále byly u prasat testovány oligosacharidy a fruktooligosacharidy, ale jejich účinky nebyly příliš výrazné (Gaggia et al., 2010).

Velmi zajímavý je ale výzkum Pieper et al. (2008), v němž byly zkoumány účinky kultivarů ječmene (*Hordeum vulgare*) a ovsa (*Avena sativa*) s různým složením sacharidů na střevní bakteriální kolonie u selat po odstavu. Zvýšené hladiny beta-glukanů a změny poměru amylopektinu a amylózy zřejmě podpořily růst bakterií máselného kvašení. Pozitivně byly ovlivněny i počty laktobacilů a bifidobakterií.

Všeobecně lze říci, že účinnost prebiotik závisí na jejich složení, dávkování a délce podávání. V mnoha případech má vliv i prostředí a výskyt stresorů, ale údaje o jejich výskytu nebývají ve výzkumech uváděny. Laboratorní zázemí je navíc velmi odlišné od podmínek v chovech, je tedy možné, že v chovech mohou mít prebiotika rozdílné účinky (Gaggia et al., 2010).

### 3.3.1.3 Synbiotika

Synbiotikum je funkční směs probiotik a prebiotik. Prebiotika v této směsi slouží jako vhodný substrát pro rozvoj mikroorganismů obsažených v prebiotiku a umožňuje těmto mikroorganismům snazší implantaci a rozvoj v trávicím traktu hostitele. Probiotika a prebiotika tedy mají v trávicím traktu synergistický efekt, čímž zlepšují zdraví a životní pohodu zvířat, kterým jsou podávána a mohou působit i jako růstové stimulanty (Gibson a Roberfoid, 1995; Awad et al, 2006).

Hassanin et al. (2015) popisují účinky synbiotika Poultry-Star běžně užívaného v chovech drůbeže samostatně a v kombinaci s butyrátem sodným na růstové schopnosti králíků ve výkrmu. Největší hmotnostní přírůstky i zdravotní stav gastrointestinálního traktu byl sledován u kombinace synbiotika a butyrátu sodného, ale oproti kontrolní skupině byly výsledky skupiny, již bylo podáváno pouze synbiotikum také výrazně lepší.

Úspěšně byla synbiotika testována na brojlerových kuřatech a prasatech ve výkrmu. U zvířat, jimž byla podávána probiotika spolu s prebiotiky, byly sledovány lepší růstové schopnosti než u zvířat, kterým byla podávána pouze probiotika (Nemcová et al., 1999; Awad et al., 2008).

Nemcová et al. (2007) podávali selatům synbiotikum složené z *Lactobacillus plantarum* a maltodextrinu, nebo fruktooligosacharidů. Tato synbiotika snížila počty bakterie *Escherichia coli* v lačníku a tlustém střevě testovaných jedinců.

Li et al. (2008) zjistili, že přidání fruktooligosacharidů a *Bacillus subtilis* do krmné dávky brojlerových kuřat má příznivé účinky na konverzi krmiva a míra onemocnění průjmy a mortalita byla srovnatelná se skupinou, které bylo podáváno antibiotikum aureomycin.

Zvýšení počtu bifidobakterií, laktobacilů a celkového počtu anaerobních bakterií bylo sledováno při podávání krmné dávky obsahující kombinaci galaktooligosacharidů a *Bifidobacterium lactis*. Nebyly však sledovány žádné účinky na hmotnost zvířat, příjem či konverzi krmiva (Jung et al., 2008).

Awad et al. (2008) provedli studii na brojlerových kuřatech, která byla věnována účinkům synbiotického přípravku obsahujícího *Enterococcus faecium*, prebiotikum z čekanky a imunostimulační látky z mořských řas. Oproti kontrolní skupině byl u jedinců, jimž bylo synbiotikum podáváno, sledován vyšší průměrný denní přírůstek, celková hmotnost, konverze krmiva a jatečná výtěžnost.

Ačkoli výzkumů na symbiotické přípravky zatím není tolik, jako na samotná probiotika či prebiotika, lze tvrdit, že použití synbiotik má díky synergistickému efektu obvykle lepší výsledky, než použití probiotik či prebiotik zvlášť. Pro vývoj funkčních synbiotik je velmi důležité nalézt vhodné kombinace prebiotik a probiotik pro konkrétní druhy zvířat (Gaggia et al., 2010).

### **3.3.2 Fytoaditiva**

Byliny, kořená a rostlinné produkty mají široké spektrum pozitivních účinků na užitkovost zvířat a využití krmiva. V porovnání s dříve používanými antibiotiky a chemickými přípravky



se vyznačují nižší toxicitou, nezanechávají po sobě nežádoucí rezidua a fungují jako růstové stimulatory u různých hospodářských zvířat včetně králíků (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

Využití bylinných přípravků celosvětově stoupá, nejen u lidí, ale i u zvířat (Dalle Zotte et al., 2016). Dle studie Viegi et al. (2003) bylo okolo roku 2003 využíváno fytoaditiv a rostlinných léčiv zejména u skotu, koní, ovcí, koz a prasat, ale tento trend byl v menší míře sledován i u drůbeže a králíků. Tento trend lze přičítat dobré dostupnosti bylin, ale i množícím se důkazům jejich účinnosti u zvířat (Dalle Zotte et al., 2016).

Rostlinná neboli fytoaditiva mohou mít různé účinky v závislosti na použitém druhu a formě. Některá rostlinná aditiva mohou mít antioxidační a protizánětlivé účinky, podporují imunitní systém, jiná mohou zlepšovat stravitelnost krmiva (Windisch et al., 2008; Hafeez et al., 2016). Některá rostlinná aditiva zlepšují i chuť krmné dávky, čímž podporují příjem krmiva zvířaty. Účinnost rostlinných aditiv je dána složkami, které se přirozeně vyskytují v rostlinách, z nichž je aditivum vyrobeno. Jde zejména o alkaloidy, flavonoidy, glykosidy, saponiny a taniny (Wang et al., 2000; Wenk, 2003).

Rostliny a extrakty z nich jsou v současné době čím dál tím více využívány jako dochucovadla, stimulanty trávení, stimulanty fyziologických funkcí, barviva a antioxidanty, ale i v prevenci či léčbě některých onemocnění (Dalle Zotte et al., 2016).

### 3.3.2.1 Fytoaditiva jako růstové stimulatory

Od zákazu používání antibiotik jako růstových stimulatorů na území EU v roce 2006 se významně zvedl zájem o růstové stimulatory především rostlinného původu. Z tohoto důvodu každým rokem přibývá výzkumů, které se této problematice věnují.

U králíků byl zjištěn pozitivní vliv přídavku listů dobromysli obecné (*Origanum vulgare*) a extraktu z dobromysli. Při přídavku 1 % listů do krmné dávky se průměrný denní přírůstek (PDP) zvýšil u testovaných jedinců o 7,8-13,4 %, při přídavku 0,2 % extraktu o 2,5 %. Pozitivní výsledky byly sledovány i při přídavku 1 % listů šalvěje (*Salvia officinalis*) či 1 % semen fenyklu (*Foeniculum vulgare*), kdy se PDP zvýšil o 11,3 % a 11,6 % (Dalle Zotte et al., 2016).

I směsi rostlinných aditiv mohou mít u králíků příznivé účinky. Směs listů dobromysli (0,5 %) a semen fenyklu (0,5 %) zvýšila PDP o 12,5 %, a směs extraktů dobromysli (0,1 %) a rozmarýny (*Rosmarinus officinalis*) (0,1 %) pak o 5,5 %. U jedinců krmených obohacenou krmnou dávkou byla sledována i lepší stravitelnost živin a lepší konverze krmiva. Mimo jiné z výsledků vyplývá, že využití těchto aditiv je zvláště vhodné u krmných dávek obsahujících větší množství tuku, protože zde významně zlepšují stravitelnost živin (Omer et al., 2013).

Pozitivní účinek na růst králíků má dle výzkumu Simonové et al. (2015) i přídavek extraktu z ženšenu v množství 15 g na 100 kg krmiva podávaný po dobu 21 dní. U králíků, kteří dostávali krmivo s ženšenem, byl sledován vyšší PDP (35,5 g) oproti kontrolní skupině (29,5 g), lepší konverze krmiva i nižší mortalita (o 9 % oproti kontrolní skupině).

Jako mírný růstový stimulant se osvědčily mechanicky opracované plody ostropestřce mariánského (*Silybum marianum*) v koncentraci 0,2 % a 1 % (Kosina et al. 2017)

Výzkum Al – Sultan (2003) potvrdil i pozitivní účinky kurkumy (*Curcuma longa*) na růstové schopnosti brojlerových kuřat. Skupina kuřat, která dostávala v krmné dávce 0,5 % kurkumy, vykazovala větší celkový přírůstek hmotnosti a lepší konverzi krmiva. Je pravděpodobné, že tyto účinky jsou způsobeny antioxidačními účinky kurkuminoidů, které se v této rostlině nachází (Osawa et al., 2014).

U drůbeže a prasat byly sledovány velmi dobré výsledky při podávání esenciálních olejů (skořice, dobromysl, cayenský pepř, citrusy, tymián, šalvěj, česnek, hřebíček). Testovaní jedinci vykazovali vyšší denní přírůstky, větší příjem krmiva, lepší konverzi krmiva i jatečnou výtěžnost (Dalle Zotte et al., 2016). Výzkum Erdélyi et al. (2012) však poukazuje na to, že u králíků esenciální oleje jako růstové stimulanty nemají efekt, což je pravděpodobně dáno specifiky fyziologie gastrointestinálního traktu králíků.

Výzkum Kang et al. (2013) na brojlerových kuřatech zkoumal účinek přídatku řasy chlorelly do krmné dávky. Dle výsledků tohoto výzkumu by přídavek chlorelly, zejména čerstvé, mohl být vhodným růstovým stimulantem, protože u testovaných jedinců byly sledovány vyšší hmotnostní přírůstky, ale i zvýšení počtu symbiotických bakterií v trávicím traktu.

Dalším fytoaditivem testovaným na brojlerových kuřatech je chřest hroznovitý (*Asparagus racemosus*). Kuřatům byla podávána krmná dávka obohacená o 1 g extraktu z chřestu hroznovitého ve formě prášku na 1 kg krmné dávky. Přídavek tohoto aditiva se projevil ve zlepšení konverze krmiva a celkovém hmotnostním přírůstku (Kumari et al., 2012).

Vzhledem k antimikrobiálním, fungistatickým a antiseptickým funkcím látek vyskytujících se v heřmánku pravém (*Matricaria chamomilla*) (Singh et al., 2011), Jakubcová et al. (2014) provedli výzkum účinků heřmánku pravého na brojlerových kuřatech. Přídavek 0,3; 0,6 a 1,2 % extraktu z heřmánku do krmné dávky však neměl téměř žádný efekt.

U ostatních dosud testovaných rostlinných aditiv, jako je řasa spirulina, či komerčních bylinných přípravků (Cuxarom Spicemaster, Digestarom) zatím nelze přesně říci, zda mají pozitivní účinky, protože výsledky výzkumů jsou často protichůdné (Dalle Zotte et al., 2016).

### 3.3.2.2 Fytoaditiva jako antioxidanty

Díky současnému trendu v používání aditiv přírodního původu ve výživě lidí a zvířat se významně zvedl zájem i o antioxidanty přírodního původu. Proto je prováděno stále více výzkumů rostlin pro jejich možné antioxidační účinky (Kaefer and Milner, 2008).

Mnoho rostlin obsahuje aktivní složky, které mají antioxidační účinky. Mezi tyto látky patří fenolické sloučeniny (flavonoidy, taniny, fenolické kyseliny a fenolické diterpeny) a vitaminy E, A a C. Rostliny, které tyto složky obsahují, mohou být ve výživě zvířat použity zároveň ke třem účelům: k ochraně krmiva před oxidací během skladování, ochraně tkání živých zvířat a podpoření oxidační stability masa při skladování a zrání (Dalle Zotte, 2016).

Tyto účinky má například esenciální olej z dobromysli obecné (*Origanum vulgare*), který obsahuje monoterpeny, thymol a carvacol. Všechny tyto látky mají antioxidační a antimikrobiální účinky, které byly prokázány *in vivo* i *in vitro* (Vekiari et al., 1993, Kulisic et al., 2004; Shan et al., 2005; Zinoviadou et al., 2009).

Obohacení krmné dávky králíků o esenciální olej či extrakt z dobromysli má dle výzkumů účinek na oxidační stabilitu králíčího masa a prodlužuje jeho trvanlivost díky snížení počtu mikrobů na jatečných tělech (Botsoglou et al., 2004; Soultos et al., 2009; Romero et al., 2011).

Dalším antioxidantem, který byl na králících již testován, je zelený čaj (*Camellia sinensis*). Zelený čaj díky obsahu polyfenolů (katechinů) ve svých listech působí dobře proti oxidaci lipidů (Zhonga et al., 2009). Eid et al. (2010) prokázal, že jsou-li králíci krmeni krmnou dávkou obohacenou o 0,5 % zeleného čaje, výrazně se snižuje obsah thiobarbiturátů v mase, jejichž výskyt podporuje oxidaci tuků.

Dle Shiraki et al. (1994) má silné antioxidační účinky i černý čaj. Výsledky výzkumu provedeného na potkanech a králících ukazují, že theaflaviny, polyfenolické látky, které se nacházejí v černém čaji, mají antioxidační a antimutagenní účinky díky schopnosti vychytávat volné radikály.

Antioxidační účinky byly sledovány i při přidavku 15 % semen chia (*Salvia hispanica*) do krmné dávky králíků. V mase testovaných jedinců byl sledován vyšší obsah nenasycených mastných kyselin, díky čemuž v mase probíhala v menší míře oxidace lipidů (Meineri et al., 2010).

Trebušak et al. (2014), studovali účinky obohacení diety králíků o 1 % houby reishi (*Ganoderma lucidum*). Ačkoli byla sledována určitá redukce oxidačních procesů v mase testovaných jedinců oproti kontrolní skupině, nebyly výsledky statisticky významné.

U laboratorních králíků má dle výzkumu Joshi et al. (2012) ochranné účinky proti oxidačnímu stresu koriandr setý (*Coriandrum sativum*).

Vzhledem k tomu, že mnoho antioxidantů v rostlinách působí synergicky, byly testovány i účinky směsí vybraných rostlin (Dalle Zotte, 2016). Al-Jowari (2012) podával v rámci svého výzkumu laboratorním králíkům spolu s krmnou dávkou směs skořice (*Cinnamomum verum*), kurkumy (*Curcuma longa*) a kmínu (*Cuminum cyminum*) v poměru 1:1:1. U testovaných jedinců bylo sledováno podstatné snížení oxidačního stresu.

Dle výzkumu Geetha et al. (2003) na potkanech má antioxidantní účinky i rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*). Na laboratorní potkany, u nichž byl vyvolán oxidační stres podáváním chromu, působil rakytník v dávkách 100 a 250 mg na kg živé hmotnosti zvířete jako účinný ochranný prostředek před oxidačním poškozením organismu.

Plody rostlin rodu *Prunus* (divoká třešeň, třešeň ptačí, trnka obecná a višně turecká) obsahují velké množství fenolických složek, jako jsou anthokyaniny, flavonoly, deriváty kyseliny skořicové a flavanoly. Vzhledem k tomu, že tyto látky mají výrazné antioxidantní účinky, mají rostliny rodu *Prunus* velký potenciál využití jako aditiva ve výživě zvířat i lidí, ale i ve farmacii (Mikulic-Petkovsek et al., 2016).

### 3.3.2.3 Antikokcidiální účinky fytoaditiv

Kokcidióza je stálým problémem chovů králíků po celém světě, a vzhledem ke zvyšující se poptávce po živočišných produktech z chovů prostých užívání chemických látek roste i zájem chovatelů o účinná antikokcidika přírodního původu (Dalle Zotte et al., 2016). Kokcidióza se vyskytuje ve dvou formách – ve formě střevní a jaterní, přičemž obě formy se projevují jako průjemové onemocnění. Kokcidiózu způsobují prvoci rodu *Eimeria*, kteří napadají buňky epitelu střeva či žlučovodu (McNitt et al., 2013).

Je popsáno 10 různých druhů kokcidií rodu *Eimeria*, které způsobují střevní formu kokcidiózy. Nejběžnější z nich jsou: *E. perforans*, *E. media* a *E. magna* tyto druhy sice málokdy způsobují onemocnění, ale jsou nejčastěji nacházeny v králíčích výkalech. Druhy *E. flavescens* a *E. intestinalis* se naopak nevyskytují tak často, ale vyznačují se silnou patogenitou (McNitt et al., 2013).

Jaterní forma kokcidiózy, která je způsobena kokcidií *Eimeria stiedae* se dle Al-Rukibat et al. (2001) vyskytuje zejména u mladých králíků, dospělí králíci jsou obvykle přenašeči. Tato kokcidie poškozuje epitel žlučovodu, což má za následek vznik žlutých skvrn na játrech (McNitt et al., 2013). Hlavními příznaky jaterní kokcidiózy jsou apatie, žíznivost a zvětšení

oblasti břicha následkem zvětšení jater a žlučníku. Jaterní kokcidióza může mít chronický průběh (trvá několik týdnů), nebo průběh akutní, kdy jedinec umírá do 10 dnů po propuknutí infekce. Smrti může předcházet silný průjem nebo kóma. Onemocnění je často doprovázeno sekundární bakteriální infekcí způsobenou přemnožením bakterií *Escherichia coli*. Ojedinele může dojít k sekundární infekci, kdy se kokcidie dostávají do nervového systému (van Praag, c2003-2018).

Konvenční léčba se provádí pomocí chemických kokcidiostatik, která jsou však využívána i preventivně, díky čemuž se neustále zvyšuje rezistence kokcidií vůči těmto látkám. I když je léčba úspěšná, nakažení jedinci mohou umírat a trpět průjmem ještě několik dní po započetí léčby. Časté jsou recidivy onemocnění (obvykle po 1-2 týdnech) (van Praag, c2003-2018).

Antikokcidiální účinky má dle výzkumu Baghdadi et Al-Mathal (2011) černucha setá (*Nigella sativa*). Králíkům infikovaným prvokem *Eimeria stideae* byly hodinu před kmením podávány vodní suspenze a olejová emulze semen černuchy seté v množství 400 mg na 1 kg hmotnosti jedince po dobu 14 dní. U těchto králíků nebyly po 14 (olejová emulze) a 20 (vodní suspenze) dnech nalezeny žádné oocysty ve výkalech. Ve výkalech jedinců kontrolní skupiny se oocysty nacházely ve větším množství než na počátku výzkumu. Vymizení oocyst ve výkalech lze považovat za znak vyléčení. Tyto účinky je možné připisovat antioxidantům a látkám podporujícím imunitu, které se v těchto semenech nacházejí.

Určitého úspěchu dosáhla studie Kowalské et al. (2012), která byla věnována použití extraktu z oregana a česneku v množství 0,5 g na 1 kg krmné směsi. Efektivním se zdá být i použití bylin využívaných v tradičním čínském léčení, konkrétně *Dichroa febrifuga* a *Sophora flavescens* při léčbě kokcidiózy drůbeže (Frankič et al., 2009).

Výsledky výzkumu Simonové et al. (2015) poukazují na antikokcidiální účinky extraktu z ženšenu (*Eleutherococcus senticosus*) u králíků. Králíci dostávali extrakt z ženšenu v množství 15 g na 100 kg krmiva. Tyto výsledky korespondují s výsledky předcházejících výzkumů na toto téma (Simonová et al. 2007; Szabóová, 2007).

Malik et al. (2016) testovali antikokcidiální působení berberinu, což je přírodní alkaloid, který se nachází v kořenech dřeváku obecném (*Berberis vulgaris*) či mléku vlašovičnicku (*Chelidonium*). Tato studie potvrdila, že berberin může být velmi efektivním antikokcidikem, zvláště pak při podávání společně s amproliem (analog thiaminu). U králíků, kterým byl podáván berberin a amprolium, byly na konci výzkumu sledovány podstatně nižší počty oocyst kokcidií ve výkalech.

Dalším možným antikokcidikem přírodního původu by dle výzkumu (Pérez-Fonseca et al., 2016) mohla být kůra grapefruitu (*Citrus paradisi*). Výzkum byl prováděn na jehňatech, která byla nakažena původci kokcidiózy rodu *Eimeria*. Jehňatům byl po dobu 90 dní podáván extrakt z grapefruitové kůry v ethanolu v množství 5 mg na 1 kg hmotnosti zvířete. V porovnání s kontrolní skupinou byl počet oocyst nalezených ve výkalech podstatně nižší, což dokazuje antikokcidiální účinky tohoto fyto-genního aditiva. Ve srovnání s chemickým antikokcidikem toltrazuril, podávaném v množství 20 mg na 1 kg hmotnosti jedince, ale toto aditivum dosahuje výsledků horších.

Na drůbeži byly zkoumány antikokcidiální účinky dobromysli, směsi kurkumy, saponinů a inulinu a *Quillaja saponaria*, ale tato aditiva se neukázala být účinnými (Schreurer et al., 2013).

#### **3.3.2.4 Fytoaditiva s účinky na imunitní systém**

V posledních letech je pro své imunostimulační účinky testováno mnoho rostlinných produktů. Za bylinné extrakty lze považovat celé byliny, jejich části, či extrakty z nich (Kaefer and Milner, 2008).

V humánní medicíně jsou pro své pozitivní účinky na imunitu nejvíce ceněny třapatka nachová (*Echinacea purpurea*), ženšen pravý (*Panax ginseng*) a kozinec blanitý (*Astragalus membranaceus*).

Výzkum na myších se sníženou imunitou potvrdil, že polysacharidy třapatky nachové zvýšily obranyschopnost sledovaných jedinců vůči infekcím kvasinkami *Candida albicans* a bakterií *Listeria monocytogenes* (Block et Mead, 2016).

Böhmer et al. (2009) zkoumali účinky třapatky nachové na imunitu nosnic a prasat ve výkrmu. Dle výsledků tohoto výzkumu má opakované krátkodobé podávání šťávy z třapatky nachové u těchto zvířat imunostimulační účinky. Výhodou podávání třapatky ve formě šťávy je relativní finanční nenáročnost.

Účinky třapatky nachové na imunitu králíků sledovali i Ahmed et al. (2008). Králíkům po odstavu (35 dní věku) byl po dobu následujících 56 dní podáván extrakt z této byliny v množství 2,5; 5 a 7 mg na 1 kg živé hmotnosti do pitné vody. Králíci, ve skupinách, kterým byl extrakt podáván, měli vyšší počty lymfocytů v krvi, což lze považovat za znak imunostimulačních účinků. Mimo jiné byly u těchto králíků sledovány lepší růstové schopnosti a podstatně nižší mortalita než v kontrolní skupině.

U králíků byly testovány účinky černuchy seté (*Nigella sativa*). Olej ze semen této rostliny obsahuje thymoquinon, který je známý svými protizánětlivými, antibakteriálními a

imunostimulačními účinky. Při přidavku 2 a 9 % semen do krmné dávky králíků ve věku 3-4 měsíců bylo sledováno zlepšení jejich imunity a doby přežití po intraperitoneální infekci bakterií *Pasteurella multocida*, která způsobuje onemocnění pasteurelózou. Nákaza tímto patogenem může proběhnout již ve velmi raném věku přenosem z matky na potomky během porodu nebo laktace. Nejspíše díky protilátkám od matky zůstává mnoho králíků první týdny života nenakaženo, ale prevalence infekce spolu s věkem králíků rapidně narůstá (Glass and Beasley, 1989). U mnoha nakažených zvířat se vyvine klinické onemocnění, ale většina jedinců se stává asymptomatickými přenašeči. To, zda se onemocnění projeví, závisí na rezistenci organismu králíka a virulenci patogenu. Léčba pasteurelózy je složitá, protože patogen lze jen těžko plně eliminovat. U mnoha nakažených zvířat se vyvine klinické onemocnění, ale většina jedinců se stává asymptomatickými přenašeči. Proto je velmi důležitá prevence, včetně imunostimulace (Suckow et al., 2012).

Další rostlinou se schopností stimulace imunitního systému je česnek setý. Rahimi et al. (2011) testovali vliv extraktu z česneku setého (*Allium sativum*) na brojlerová kuřata. Při přidavku extraktu z česneku do pitné vody byla po 42 dnech výkrmu sledována vyšší hmotnost fabriciový burzy než u kontrolní skupiny. Zvýšení hmotnosti fabriciový burzy může být znakem zesílené funkce imunitního systému.

Na brojlerových kuřatech byl zkoumán i vliv přidavku řasy chlorelly. Z výzkumu Kang et al. (2013) vyplývá, že čerstvá řasa podávaná v krmné dávce podpořila u testovaných kuřat imunitní systém.

Jak již bylo zmíněno, mnoho nemocí králíků nelze léčit a ochrana proti nim spočívá především v prevenci (McNitt et al., 2013). Jedním z těchto onemocnění je králičí mor. Proti klasickému moru králíků sice existuje funkční vakcína, ale v roce 2010 se ve Francii objevila nová varianta RHDV, která se v následujících letech rozšířila po Evropě (v Německu v roce 2015). Tato varianta je označována jako RHDV2 (RHDVb) a nereaguje na očkování proti původcům klasického moru králíků (Capucci et al., 2017). Je-li chov v ohrožení, je vhodné se zaměřit na podporu imunity zvířat, k čemuž mohou sloužit právě některá rostlinná aditiva (Dalle Zotte, 2016).

### **3.3.2.5 Rostlinná aditiva při léčbě průjmu**

Některá onemocnění králíků se mohou projevovat průjmem. Průjem způsobuje dehydrataci, která je často příčinou vyčerpání a následné smrti králíka. Pro úspěšnou léčbu onemocnění je tedy nutno průjem tlumit (McNitt et al., 2013). K tlumení průjmu se v humánní medicíně používají různé druhy bylin, které však lze využít i u zvířat (Asif et al., 2010).

Asi nejvýznamnějším průjmovým onemocněním králíků je kokcidióza, kterou způsobují prvoci rodu *Eimeria*. Mezi tato onemocnění ale patří i enterotoxémie, která nejčastěji postihuje králíky do osmi týdnů věku a má velmi rychlý průběh – nakažení jedinci bez včasné pomoci umírají po 12–24 hodinách. Enterotoxémie je způsobena primárně patogenem *Clostridium spiriforme*, který produkuje toxin iota (Mayer, c2018). Dalším onemocněním, které se projevuje průjmem je Tyzzerova Choroba. Tyzzerova choroba je enterohepatické onemocnění způsobené bakterií *Clostridium piliformes*. Onemocnění se projevuje vodovitým průjmem, nechutenstvím, dehydratací a letargií. 1-3 dny po prvních projevech dochází ke smrti postiženého jedince (McNitt et al., 2013). Mezi onemocnění provázená průjmem lze zařadit i epizootickou enteropatii králíků (ERE), která je v Evropě značně rozšířena (Martinec, 2012).

Bylinou, která byla úspěšně použita pro léčbu průjmu u králíků, je šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*). Dle výzkumu Khan et al. (2011) šalvěj působí proti průjmu i jako antispasmodikum. Tyto účinky jsou pravděpodobně způsobeny tím, že látky obsažené v šalvěji aktivují draslíkové kanály spolu a mají mírný účinek jako blokátory vápníkových kanálů.

Na léčbu průjmu pozitivní účinky i mochna nátržník (*Potentilla erecta*). Konkrétně byly sledovány léčebné účinky extraktu z kořene mochny na průjmová onemocnění způsobená rotavirem u dětí. Efekt tohoto aditiva je pravděpodobně způsoben taniny, které se v kořenu mochny vyskytují a jsou pro své protiprůjmové účinky známy (Tomczyk et Latté, 2009).

Ahmadua et al. (2008) na králících a myších testovali účinky extraktů z rostlin *Daniellia olivieri* a *Ficus sycomorus*, které jsou běžně používány v lidovém léčitelství nigerijských kmenů. U všech těchto rostlin byly prokázány protiprůjmové účinky srovnatelné s běžně používaným lékem proti průjmu lorepamidem. Účinky těchto bylin jsou pravděpodobně způsobeny flavonoidy, které se v nich vyskytují.

Bylinou s potenciálními protiprůjmovými účinky je i brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus L.*). V lidovém léčitelství je na tlumení průjmu používán odvar z plodů borůvky. Vzhledem k vysokému obsahu taninů je protiprůjmový účinek možný, ale dosud není potvrzen výzkumem (Kemper, 1999).

V tradičním léčitelství po celém světě jsou pro léčbu průjmu používány rozličné byliny, které by v budoucnu mohly nahradit některá chemická léčiva. Úkolem současné vědy je potvrdit jejich účinnost, zvážit rizika jejich použití a určit účinné složky těchto bylin. Budoucí výzkumy by se měly zaměřit zejména na zjištění mechanismu účinku tradičně používaných bylin a zvážit, v jaké formě je jejich využití nejvhodnější, a zda je vhodné izolovat pouze účinné složky či celé komplexy látek, které se v bylinách vyskytují (Palombo, 2006).



### 3.3.3 Enzymy

Ačkoli využití enzymů ve výživě králíků není příliš úspěšné, rozhodně stojí za zmínku vzhledem k množství výzkumů, které na toto téma byly provedeny. Myšlenka použití enzymů jako aditiv ve výživě zvířat je již poměrně stará, ale první výzkumy proběhly teprve v 80. letech 20. století. Do té doby byly totiž enzymy příliš nákladné a většina z nich nebyla termostabilní ani acidodoretentní – byly by tedy inaktivovány již při průchodu trávicím traktem (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

Prvními enzymy přidávanými do krmiva byly betaglуканы a xylanázy, které jsou schopny částečně hydrolyzovat neškrobové polysacharidy. Použití těchto enzymů je masově rozšířeno především v chovech drůbeže (Bedford, 2000).

Mezi další s úspěchem používané enzymy patří fytázy, které mají příznivý vliv na stravitelnost fosforu, a-1,6 galaktosidázy a b-1,4 mananázy. Za velmi perspektivní byly dlouhou dobu považovány celulózy uvolňující glukózu, ale jejich použití v krmivech zatím není příliš úspěšné. Buněčné stěny rostlin jsou totiž velmi komplexní a jejich rozklad je poměrně komplikovaný. Enzymy používané v krmivech by měly být vybírány dle typu krmiva, být termostabilní, acidoretentní a odolné vůči proteázám v trávicím traktu zvířat. Enzymatické přípravky kromě hlavního deklarovaného enzymu obsahují celý komplex enzymů, na což by měl být brán zřetel (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

U králíků bylo použití enzymů v posledních dvou desetiletích poměrně intenzivně zkoumáno, ale bez významnějších účinků (Falcao-E-Cunha et al., 2007). García et al. (2005) však při použití proteáz a xylanáz sledovali u testovaných jedinců snížení mortality. Eiben et al. (2004) zjistili, že celulózy při podávání králíkům nejen snižují mortalitu, ale mají i pozitivní vliv na konverzi krmiva.

Sequeira et al. (2000) zkoušeli králíkům podávat směs amylázy, xylanázy, betaglukanázy a pektinázy. Kromě snížení pH trávicího traktu nebyly sledovány žádné výrazné změny ve sledovaných parametrech.

Ačkoli králíci obvykle nemívají problém s nedostatkem fosforu, protože jsou částečně schopni trávit fytogenní fosfor, přídavek exogenních fytáz do krmiva u nich měl dle výzkumu Gutiérrez et al. (2000) nejen pozitivní účinek na využití fosforu v krmivu (+24 %), ale byla sledována i zlepšená stravitelnost dusíku (+7 %). Fytázu proto lze považovat za enzym vhodný jako aditivum ve výživě králíků.

Za komplikované využití exogenních enzymů ve výživě králíků mohou být zodpovědná specifika jejich gastrointestinálního traktu. Tento fakt ovšem jejich použití nevylučuje. Lze

předpokládat, že v určitých fázích života králíků mohou mít enzymy pozitivní účinky (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

### 3.3.4 Organické kyseliny

Organické kyseliny mají dlouhou historii použití v krmivech i lidské potravě především pro své konzervační účinky. Specifické organické kyseliny jsou též používány jako prevence před mikrobiální kontaminací potravy či krmiva (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

Antimikrobiální mechanismus organických kyselin zatím není plně vysvětlen a jejich aktivita se může lišit dle okolních podmínek (Ricke, 2003).

Partanen et Mroz (1999) definovali kyseliny s největším potenciálem využití. Jde o kyselinu octovou, mravenčí, propionovou, máselnou, mléčnou, sorbovou, fumarovou, vinnou a citronovou, přičemž jejich účinky se liší dle délky řetězce a nasycenosti.

Podávání kyselin zvířatům započalo u takzvaného „okyselování“ krmných dávek selat, protože mladá prasata produkují jen malé množství trávicích šťáv, což může být problémem při odstavu (Partanen et Mroz, 1999).

Mechanismus účinku „okyselování“ se snažilo popsat více autorů. Jedna z teorií hovoří o tom, že exogenní kyseliny dovedou do určité míry fungovat jako kyselina chlorovodíková vyskytující se v žaludku. Dovedou aktivovat proteolytické enzymy, denaturovat a rozkládat bílkoviny a působí proti potenciálním patogenům přijímaným s potravou. Další teorie se opírají o antimikrobiální efekt kyselin či jejich úloze jako živin (Falcao-E-Cunha et al., 2007).

Použití organických kyselin u králíků zatím nebylo věnováno příliš mnoho studií, a ty, které byly provedeny se ve svých výsledcích značně rozcházejí (Maertens et al., 2006).

Přídavek 1,5 % kyseliny fumarové do krmné dávky rostoucích králíků má dle (Scapinello et al., 2001) mírně pozitivní účinky na denní přírůstek a využitelnost krmiva.

V České Republice se použití organických kyselin ve výživě věnovali především Skřivanová a Marounek (2002, 2006, 2007). V roce 2002 testovali přídavek 0,5 % kyseliny kaprylové do krmné dávky králíků. Bylo sledováno snížení mortality králíků po odstavu, jiné účinky ale nebyly sledovány. Výzkum z roku 2006, kdy byl na králících testován vliv mastných kyselin, měl v podstatě stejné výsledky, tj. snížení mortality králíků po odstavu, ale vliv na jiné sledované parametry nebyl pozorován. Následující výzkum (Skřivanová et Marounek, 2007) byl věnován vlivu pH na antimikrobiální působení organických kyselin na enteropatogenní kmen bakterie *Escherichia coli*. Kyseliny laurová, myristová, olejová, citronová, mléčná a fumarová nevykazovaly buď žádné či minimální antimikrobiální účinky. Účinky kyseliny kaprinové a kaprylové byly závislé na pH. Vyšší při nižším pH než při  $\text{pH} > 6$ . Při nízkém pH

(<2,5) bylo přežití kmenů *Escherichia coli* minimální, jak v ošetřených, tak v kontrolních kulturách. Nejlepší účinky byly sledovány u kyseliny kaprylové. Tato kyselina inaktivovala bakterie *Escherichia Coli* v širokém rozmezí pH. Proto lze uvažovat o jejím použití jako krmného aditiva pro králíčata po odstavu pro potlačení koliformních infekcí.

Testovány byly i směsi prebiotik/probiotik a organických kyselin, ovšem bez statisticky významných účinků na produkci (Scapinello et al., 2001; Michelan et al., 2002).

### 3.3.5 Včelí produkty

#### 3.3.5.1 Propolis

Propolis je látka produkovaná dělnicemi včely medonosné z pryskyřic pupenů rozličných druhů stromů a rostlin a určitého množství vosku. Sesbíranou hmotu pak včelí dělnice mísí s výměšky hlavových žláz. Včely propolis používají jako lepidlo a k utěsňování otvorů v úlu (Bankova et al., 2000).

Propolis byl pro své antiseptické účinky používán již ve starověku. V dnešní době je propolis využíván v humánní medicíně zevně pro léčbu dermatitidy bakteriálního či plísňového původu, ale i vnitřně jako podpurný prostředek při léčbě různých onemocnění, nebo je užíván preventivně.

Složení propolisu se liší dle místa původu i plemene včely. Dodnes bylo identifikováno více než 180 složek propolisu – zejména jde o flavonoidy, fenolické kyseliny a estery, fenolické aldehydy a ketony. Mezi ostatní složky propolisu patří esenciální oleje, aromatické kyseliny (5-10 %), vosky (30-40 %), pryskyřice a pylová zrna, která jsou cenným zdrojem minerálních látek, jako je hořčík, nikl, vápník, železo a zinek (Dobrowolski et al., 1991).

Antimikrobiální vlastnosti propolisu jsou pravděpodobně způsobeny flavonoidy pinoembrinem, galanginem a pinobanksinem. Pinoembrin mimo jiné projevuje i protiplísňové vlastnosti. Mezi další aktivní složky lze zařadit estery kyseliny kávové a kumarové, které mají také antimikrobiální a cytotoxické účinky. Fenylester kyseliny kávové (CAPE) má zřejmě i cytotoxické účinky na rakovinné buňky.

Propolis dle výzkumů *in vitro* působí zejména proti grampozitivním bakteriím (*Staphylococcus* a *Streptococcus spp.*), ale i proti gramnegativním bakteriím, jako je *Escherichia Coli*, *Helicobacter pylori*, i proti prvokům, houbám a virům (Castaldo et Capasso, 2002).

Hashem et al. (2013) ve svém výzkumu poukazují na pozitivní vliv propolisu v krmné dávce na samce králíků v horkém počasí, kdy nastává teplotní stres a snižuje se libido. Při

přídavku 150 mg propolisu na 1 kg krmné dávky se projevily pozitivní účinky na krvetvorbu, libido a vyšší obsah glukózy a testosteronu v krvi oproti kontrolní skupině.

Z výzkumu Attia et al. (2014) na brojlerových kuřatech vyplývá, že propolis by mohl v budoucnu fungovat jako vhodné aditivum k podpoře růstu, protože i při poměrně malém přídavku (300 g na tunu krmiva) podávaném kontinuálně či přerušovaně po dobu 35 dní byly zjištěny pozitivní účinky na hmotnost oproti kontrolní skupině. Z testů krve byly zjištěny vyšší počty červených krvinek, více hemoglobinu a méně cholesterolu v krvi u jedinců, kterým byl podáván propolis. Tyto výsledky mohly být způsobeny jak antibakteriálními účinky propolisu, tak obsahem prospěšných látek které se v propolisu vyskytují, jako jsou esenciální oleje, vitaminy či minerály.

Haro et al. (2000) ve výzkumu na potkanech zjistili, že propolis v množství 1 g na kg krmné dávky má pozitivní vliv na využití železa (zhruba o 43 % lepší využití u zdravých potkanů a až o 66 % u potkanů trpících nedostatkem železa), na hmotnostní přírůstky (o 23 % vyšší hmotnostní přírůstky oproti kontrolní skupině), i na stravitelnost vápníku, fosforu a hořčíku.

Výzkum Kleczek et al. (2012) porovnával působení 0,05 g propolisu na 1 kg krmné dávky s působením antibiotik pro zlepšení růstu brojlerových kuřat. Výsledky tohoto výzkumu poukazují na to, že účinky propolisu i antibiotik jsou srovnatelné.

Propolis je dle výzkumů bezpečnou látkou bez nežádoucích vedlejších účinků. Kromě již prokázaných antimikrobiálních účinků je v současné době propolis intenzivně zkoumán zejména pro své účinky na imunitní systém. Z testování vzorků *in vitro* a *in vivo* bylo zjištěno, že propolis má schopnost aktivovat makrofágy a zvyšovat jejich mikrobicidní aktivitu, podporuje také lytickou aktivitu buněk natural-killer vůči rakovinným buňkám. Mezi další účinky propolisu patří stimulace produkce protilátek, což je vhodná vlastnost pro použití propolisu jako adjuvans u vakcín. Propolis má potlačující efekt na lymfoproliferaci, což napovídá, že může mít i protizánětlivé účinky (Sforcin, 2007).

Vzhledem k antimikrobiálním účinkům propolisu (Castaldo et Capasso, 2002) lze uvažovat o využití propolisu při prevenci pasteurelózy, která je velmi obtížně léčitelná. Prevence pasteurelózy se provádí pomocí antimikrobiální profylaxe, což je přidávání antimikrobiálních látek do krmiva či vody (Suckow et al., 2012). Dle Sforcina (2007) má propolis navíc pozitivní účinky na imunitu, lze tedy uvažovat i o využití propolisu v prevenci nákazy mláďat po odstavu.

Širšímu využití propolisu ve farmakologii v současné době brání proměnlivost zastoupených složek a tím pádem obtížná standardizace složení (Veselý et al., 2003).

### 3.3.5.2 Včelí pyl

Pyl je pro včely hlavním zdrojem bílkovin. Včely sbírají pyl, smísí jej s malým množstvím slin či nektaru a pomocí nohou jej umístí do košíčků na stehnech zadních párů nohou. Včely k pylovým rouskům navíc pro zabránění vyklíčení pylových zrn přidávají kyselinu 10-hydroxy-2-decenovou, která klíčení inhibuje. V praxi jsou včelí rousky sbírány včelaři za pomoci pastí, tzv. pylochyťů ve vchodu do úlu (Veselý et al., 2003)

Včelí rousky kromě pylových zrn obsahují i barviva z prašníků, díky čemuž se rousky barevně liší. Běžně lze najít rousky bílé, žluté, hnědé, oranžové, zelenavé i červené v závislosti na rostlinném druhu, z něhož pyl pochází (Stanley, 1974).

Po přinesení do úlu včely pyl smísí se slinami, uloží jej do buněk plástu a následně jej zakryjí tenkou vrstvou medu či vosku. Takto uložený pyl poté anaerobně fermentuje a je konzervován vznikající kyselinou mléčnou. Pyl v této formě nazýváme včelím chlebem (Veselý et al., 2003).

Ve včelím pylu lze nalézt okolo 250 různých látek včetně aminokyselin, lipidů (triglyceridy a fosfolipidy), vitaminů, minerálů a flavonoidů (Nogueira et al., 2012). Většinu sušiny pylu tvoří cukry, především celulóza a škrob. Bílkoviny tvoří zhruba třetinu sušiny pylu – jde zejména o enzymy, ale vyskytují se v něm i volné aminokyseliny, z nichž se zde nejvíce objevuje prolin. Dále sušina pylu obsahuje asi 10 % lipidů, mastných kyselin a sterolů, flavonoidní barviva, nukleové kyseliny a růstové látky jako jsou auxiny a gibbereliny (Veselý et al., 2003).

Dle výzkumu Attia et al. (2011) na králících lze pyl využít jako vhodné krmné aditivum. U samic, které dostávaly v krmivu pyl, byla sledována lepší plodnost a mléčnost, ačkoli u nich byl sledován nižší příjem krmiva. Je pravděpodobné, že snížený příjem krmiva byl způsoben zvýšením příjmu hodnotných látek, jako jsou minerály a vitaminy, které mohou zefektivnit metabolismus a zvýšit stravitelnou energii. U mláďat těchto samic byl sledován lepší růst do 4 týdnů věku a nižší mortalita. Nejlepší efekt byl sledován při přídávku 200 mg pylu na 1 kg hmotnosti samice, při zvýšení dávky pylu na 300mg/kg hmotnosti samice již nebylo sledováno zlepšení účinků. Přídatek pylu do krmiva byl pak testován i na králíčatech ve věku 4-8 týdnů. Všechna králíčata, kterým byl podáván pyl, vykazovala lepší přírůstky. Nejlepších výsledků ale dosahovala králíčata od matek, které dostávaly pyl již v březosti a při kojení. Tento rozdíl byl pravděpodobně způsoben tím, že králíčata od matek krmených dávkou s pylem přijímala o 3,2 % více krmiva. Zvýšení příjmu potravy bylo pravděpodobně způsobeno vyšším příjmem mikronutrientů s mateřským mlékem, což mohlo napomoci lepšímu rozvoji

gastrointestinálního traktu králíček při odstavu. Pozitivní účinek pylu se následně projevil i u králíček ve věku 9-12 týdnů, a to jak ve zlepšení růstu, tak ve snížení mortality.

Výzkumy na potkanech dokazují také detoxifikační schopnosti pylu. Ve výzkumech byli potkani vystaveni působení tetrachlormethanu, ethioninu, galaktosaminu, ethanolu, allyl alkoholu, paracetamolu a hydrokortizonu, které zhoubně působí na jaterní buňky. Při následném podání včelího pylu se podstatně snížilo zastoupení těchto látek v krevním séru, což dokazuje terapeutické vlastnosti pylu. Byl-li pyl podáván přímo s výše uvedenými toxickými látkami, snížila se míra poškození jaterních buněk. Schopnost pylu předcházet poškození jater je dána pravděpodobně obsahem polyfenolů, především flavonoidů a fenolových kyselin (Wojcicki et al., 1985; Juźwiak et al., 1992; Yıldız et al., 2013).

Pyl se vyznačuje také silnými protizánětlivými účinky. Mechanismem těchto účinků je pravděpodobně inhibice aktivity cyklooxygenázy a lipooxygenázy, což jsou enzymy zodpovědné za přeměnu kyseliny arachidonové na prostaglandin a leukotrieny, které způsobují akutní a chronické záněty tkání (Pascoal et al., 2014).

Haščík et al. (2015) se ve svém výzkumu věnovali účinku pylu jako krmného aditiva u broilerů kuřat Ross 308. Do krmiva byl kuřatům přidáván včelí pyl v množství 400mg na 1 kg krmiva. U samců krmených směsí s pylem byla sledována vyšší živá hmotnost i hmotnost po porážce, vyšší hmotnost drobů a lepší jatečná výtěžnost. U samic se ovšem přídavek pylu projevil negativně snížením hmotnosti těla.

Pyl je možné podávat jak ve formě rousků, tak i ve formě včelího chleba, který má díky svému složení silnější účinky. Pro docílení optimální stravitelnosti a účinku pylu je vhodné pyl (rouscky či včelí chléb) podrtit či rozpustit v teplé vodě. Pylová zrna po 2-3 hodinách ve vodě prasknou a uvolní svůj obsah do vody, díky čemuž se cenné látky z nitra pylových zrn stávají dostupnými. Pyl podaný v surovém stavu je organismem využit pouze z 10-15 %, zatímco po rozdrcení či rozpuštění se využitelnost zvyšuje na 60-80 % (Rimpler, 2003; Bogdanov, 2014).

### **3.3.5.3 Mateří kašička**

Mateří kašička je produktem hltanových žláz včelích dělnic. Touto tekutinou je krmena včelí matka během larválního vývoje i po vylíhnutí. Larvy včelích dělnic a trubců jsou mateří kašičkou krmeny pouze do 3. dne.

Mateří kašička je látka husté konzistence, smetanově žluté barvy a je poměrně kyselá (pH od 2,5 do 4,8). Ve vodě není mateří kašička zcela rozpustná. Obsah vody v mateří kašičce je 65-70 %, do 40 % sušiny tvoří cukry, bílkoviny tvoří zhruba 30 % a tuky 12-20 %. Velmi

vysoký je obsah minerálů, které mohou tvořit až 4 % sušiny a lze zde najít organicky vázané železo, kobalt a zinek.

Hlavními cukry v mateří kašičce jsou fruktóza a glukóza, které tvoří až 90 % cukerné složky. Mezi další přítomné cukry patří sacharóza, ale její koncentrace se liší dle vzorku. V mateří kašičce je také možné nalézt oligosacharidy, jako je trehalóza, maltóza, gentiobióza, isomaltóza, rafinóza, erlóza a melecitóza (Sabatini et al., 2009).

Většinu bílkovin mateří kašičky tvoří enzymy. Ve značném množství se v mateří kašičce vyskytují aminokyseliny, celkem asi 25 různých druhů (Veselý et al., 2003). Zajímavou složkou mateří kašičky je royalisin, což je peptid s vysoce antibakteriálními účinky (Opletal, 2010).

Tuková frakce mateří kašičky je převážně tvořena decenovými kyselinami, zejména kyselinou 10-hydroxy-2-decenovou (80-90 %), zbytek tvoří fenoly, steroly, fosfolipidy, vosky a neutrální tuky (Terada et al., 2011).

Zajímavým faktem je, že mateří kašička obsahuje prakticky všechny známé vitaminy. Nejvíce je zastoupena kyselina pantotenová, a to v množství až 500 $\mu$ g na 1 gram mateří kašičky v čerstvém stavu (Veselý et al., 2003).

Výsledky výzkumu Bonomi et al. (2000) na králících dokazují, že mateří kašička má pozitivní vliv na růst králíků ve věku 30-90 dní. Dvěma skupinám králíků byla podávána mateří kašička v množství 15ppm a 20ppm. U skupiny, která dostávala 15ppm mateří kašičky byl přírůstek v průměru o 11 % lepší než u králíků, kteří mateří kašičku nedostávali, u skupiny, která dostávala 20ppm mateří kašičky byl hmotnostní přírůstek vyšší o 15 %. Využití krmiva bylo u první skupiny zlepšeno o 8,5 %, u druhé skupiny o 12,5 %.

Další výzkum Bonomi (2003) na prasatech potvrdil účinnost mateří kašičky jako krmného aditiva. Prasata krmena krmnou směsí s přídatkem 30 a 50ppm mateří kašičky měla o 11 % a 14 % vyšší hmotnostní přírůstky, a využití krmiva se zlepšilo o 5 % a 7 %.

Studie (Nagai et Inoue, 2004) také poukazuje na vysoké antioxidační účinky mateří kašičky a schopnost zbavovat tělo volných radikálů jako je superoxid a hydroxylové radikály.

Výzkum El-Nekeety et al. (2007) na potkanech prokázal, že mateří kašička je také účinná při snižování oxidativního stresu způsobeného fumonisinem (mykotoxin poškozující zejména játra a ledviny). Účinnost mateří kašičky je v tomto případě dána pravděpodobně schopností látek v ní obsažených potlačovat peroxidaci lipidů a uvolňování volných radikálů.

Opletal (2010) zmiňuje antibakteriální aktivitu royalisinu (vůči gram-pozitivním bakteriím) a antimikrobiální a protinádorové účinky kyseliny 10-hydroxy-2-decenové. Dle tohoto autora má mateří kašička pozitivní účinky na imunitní systém, antimutagenní účinky a působí pozitivně i na krevtvorbu.

### 3.3.5.4 Trubčí plod

Existují tři formy jedinců včely medonosné – včelí matky, včelí dělnice a trubci. Po zaklazení buňky matkou se v buňce vyvíjí včelí larva. Nejkratší dobu se vyvíjí včelí matka (16 dní), včelí dělnice se vyvíjí po dobu 21 dnů a trubci 24 dní. Vzhledem k tomu, že trubčí plod není pro včelaře vždy žádoucí a včely jej tvoří poměrně velké množství, lze trubčí plod využívat (Veselý et al., 2003). Trubčí plod je k použití nejvhodnější i proto, že obsahuje největší množství sušiny. Nejvhodnější je použití 10-11 dní starých larev, které jsou buď těsně před zavíčováním, nebo krátce po zavíčování, neboť se v nich nevyskytují výkaly.

Trubčí plod je tvořen zejména bílkovinami (42,6 %), vyskytuje se v něm 20 různých aminokyselin, dále obsahuje 32,3 % sacharidů, především glukózu a fruktózu. Lipidů je v trubčím plodu průměrně 4,8 % a jejich složení je podobné jako v mateří kašičce. Mimo tyto složky obsahuje trubčí plod hormony regulující vývoj larev, samčí a samičí pohlavní hormony, vitaminy skupiny B a vitaminy D, E, K a A, velké množství biogenních prvků a další složky (Kedza, 2018).

Adaptogenní účinky a pozitivní vliv na fyzickou odolnost zvířat dokazuje výzkum, kdy byl potkanům po dobu 15 dní podáván lyofilizovaný trubčí plod, a poté byli potkani vystaveni fyzické zkoušce ve formě plavání až do úplného vysílení. Potkani, kterým trubčí plod nebyl podáván, dosahovali v testu horších výsledků (Kedza, 2018).

Ze studie na potkanech (Vasilenko et al., 2005) vyplývá, že trubčí plod má pozitivní účinky na ochranu jaterní tkáně. Potkani byli po dobu 2 týdnů vystaveni působení chloridu uhličitého. Po uplynutí této doby byl jedné skupině zvířat podáván trubčí plod. Vyšetřením krevní plazmy bylo zjištěno, že u skupiny potkanů, kterým byl podáván trubčí plod, se jaterní tkáň lépe regenerovala. Zjištěné parametry krevní plazmy také poukázaly na imunostimulační účinky trubčího plodu.

Ačkoli je zatím trubčí plod využíván pouze omezeně, lze v budoucnu vzhledem k výsledkům výzkumů a obsahu zdravotně prospěšných látek předpokládat jeho širší využití nejen jako výživového doplňku či krmného aditiva, ale i ve farmacii (Kedza, 2018).



## 4 Závěr

Přírodní aditiva jsou různorodou skupinou, jejíž největší rozmach nastal po roce 2006, kdy bylo v celé Evropské unii zakázáno používání antibiotik jako růstových stimulátorů, což zvýšilo zájem chovatelů o jejich funkční alternativy. Jako přírodní aditiva lze označit probiotika, prebiotika, fytoaditiva, organické kyseliny, enzymy a včelí produkty. Každá z těchto skupin má sice jiné mechanismy účinku, ale nejčastěji lze hovořit o imunostimulačních, antioxidačních, antiparazitárních a obecně zdraví podporujících efektech. Tyto účinky pak mohou pozitivně ovlivnit růstové a reprodukční schopnosti zvířat, konverzi krmiva a využitelnost živin.

V podmínkách dnešních chovů se u králíků stále vyskytuje poměrně mnoho onemocnění, která sice nelze efektivně léčit, ale lze jim předcházet. Přírodní aditiva, která mají oproti chemickým aditivům nesporné výhody, se zdají být vhodnou prevencí mnoha chorob, které se u králíků vyskytují, ale v případě kokcidiózy mohou mít i léčebné účinky. Efekty přírodních aditiv jsou navíc s chemickými aditivami srovnatelné a nezanechávají po sobě rezidua v mase, jsou bezpečnější a ve většině případů nemají nežádoucí účinky.

U králíků mají přírodní aditiva, zejména pak některá fytoaditiva a včelí produkty, velký potenciál využití. Je ale nutné podotknout, že zatímco některá byla již pro své účinky zkoumána vícekrát a jejich využití je tedy jasně charakterizováno, jiná bude před jejich rozšířením nutno dále testovat pro přesné stanovení jejich účinků a rizik.

Některá přírodní aditiva, která byla s úspěchem testována na jiných druzích hospodářských zvířat, neměla u králíků žádné, či jen minimální účinky. Velmi slabé účinky v porovnání s ostatními druhy mají u králíků probiotika, enzymy a organické kyseliny. Tento jev je pravděpodobně způsoben specifícností jejich trávení. Proto je vhodné v budoucnu vyvíjet aditiva určená speciálně pro králíky. Nutné je věnovat pozornost i správnému načasování podání aditiva, protože jejich účinnost ve velké míře závisí na fázi života jedince. Aditiva, která nebyla shledána účinnými u dospělců, mohou mít pozitivní účinky na mláďata a naopak.

U králíků je nejvyšší mortalita sledována v období těsně po odstavu, vhodné je tedy začít podávat přírodní aditiva buď ihned po něm, nebo je podávat již kojícím samicím – některá ze zmíněných aditiv totiž mohou pozitivně ovlivnit i mléčnost samic, díky čemuž jsou jejich mláďata v období odstavu silnější a odolnější vůči vlivům vnějšího prostředí a patogenům.

Přírodní aditiva jsou velmi perspektivním odvětvím výživy zvířat a vzhledem k velkému množství potenciálně využitelných látek, bylin či jiných přírodních produktů, je zde i velký prostor pro další výzkum. Využití některých přírodních aditiv je limitováno obtížností jejich

standardizace. To se týká zejména propolisu, protože jeho složení závisí na místě původu a může se výrazně lišit, rozdílné tedy mohou být i jeho účinky. Tento problém by však bylo možné řešit identifikací původu jednotlivých účinných složek propolisu a jejich následného samostatného využití. Je však nutno podotknout, že účinky propolisu jako komplexu látek, mohou být způsobeny právě jedinečným synergistickým působením jeho jednotlivých složek.

Lze jednoznačně říci, že použití přírodních aditiv ve výživě králíků, ale i ostatních hospodářských zvířat, má velký potenciál nejen z hlediska vědeckého, ale i ekonomického, případně společenského. Vzhledem k aktuálně sílícímu zájmu o živočišné produkty z chovů, které nevyužívají chemické přípravky a usilují o lepší welfare zvířat, lze předpokládat, že zájem o přírodní aditiva nadále poroste i u širší veřejnosti.

## 5 Seznam literatury

Ahmed, H. S., Kamel, K. I., El-Sabeiy, M. E., Zeitouny, M. H. 2008. Effect of Echinacea Extract Supplementation on Growth Performance and Hemo-biochemical Traits of Growing Rabbits. *Egypt Poultry Science*. 28 (4). 1165-1180.

Al – Sultan, S. I. 2003. The Effect of *Curcuma longa* (Turmeric) on Overall Performance of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*. 2 (5). 351-353.

Al-Rukibat, R., Irizarry, A., Lacey, J., Kazacos, K., Storandt, S., DeNicola, D. 2001. Impression Smear of Liver Tissue from a Rabbit. *Veterinary Clinical Pathology*. 2001 (2). 57-61.

Andoh, A., Fujiyama, Y. 2006. Therapeutic approaches targeting intestinal microflora in inflammatory bowel disease. *World Journal of Gastroenterology*. 12 (28). 4452-4460.

Asif, H. M., Usmanghni, K., Akram, M., Akhtar, N., Jabeen, Q., Ali Shah, S. M., Rehman, R., Ahmed, K., Saeed, T. 2010. Herbal treatment of secretory diarrhea. *International Journal of Phytomedicine*. 2. 425-429.

Attia, Y. A., Al-Hamid, A. E. A., Ibrahim, M. S., Al-Harhi, M. A., Bovera, F., Elnaggar, A. S. 2014. Productive performance, biochemical and hematological traits of broiler chickens supplemented with propolis, bee pollen, and mannan oligosaccharides continuously or intermittently. *Livestock Science*. 164. 87-95.

Attia, Y. A., Al-Hanoun, A., Tag El – Din, A. E., Bovera, F., Shewika, Y. E. 2011. Effect of bee pollen levels on productive, reproductive and blood traits of NZW rabbits. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 95 (3). 294-303.

Awad, W. A., Bohm, J., Razzazi-Fazeli, E., Ghareeb, K., Zentek, J. 2006. Effect of Addition of a Probiotic Microorganism to Broiler Diets Contaminated with Deoxynivalenol on Performance and Histological Alterations of Intestinal Villi of Broiler Chickens. *Poultry Science*. 85 (6). 974-979.

Awad, W. A., Ghareeb, K., Abdel-Raheem, S., Bohm, J. 2008. Effects of dietary inclusion of probiotic and synbiotic on growth performance, organ weights, and intestinal histomorphology of broiler chickens. *Poultry Science*. 88 (1). 49-56.

Baghdadi, H., Al-Mathal, E. 2011. Anti-coccidial activity of *Nigella sativa* L. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. WFLPublisher. Helsinki, Finland. 2011 (9). 10-17.

Bankova, V. S., de Castro, S. L., Marcucci, M. C. 2000. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*. 31 (1). 3-15. ISSN: 0044-8435.

Baurhoo, B., Letellier, A., Zhao, X., Ruiz-Feria, C. A. 2007. Cecal Populations of Lactobacilli and Bifidobacteria and *Escherichia coli* Populations After *In Vivo* *Escherichia coli* Challenge in Birds Fed Diets with Purified Lignin or Mannan oligosaccharides. *Poultry Science*. 86 (12). 2509-2516.

Bedford, M. R. 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition — their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*. 86 (1-2). 1-13.

Bhatt, R. S., Agrawal, A. R., Sahoo, A. 2016. Effect of probiotic supplementation on growth performance, nutrient utilization and carcass characteristics of growing Chinchilla rabbits. *Journal of Applied Animal Research*. 45 (1). 304-309.

Biavati, B., Mattarelli, P. 2006. The Family Bifidobacteriaceae. Dworkin, Martin, Stanley Falkow, Eugene Rosenberg, Karl-Heinz Schleifer and Erko Stackebrandt (ed.). *The Prokaryotes*. Springer New York. New York, NY. s. 322-382. ISBN: 978-0-387-25493-7.

Biggs, P., Parsons, C. M., Fahey, G. C. 2007. The Effects of Several Oligosaccharides on Growth Performance, Nutrient Digestibilities, and Cecal Microbial Populations in Young Chicks. *Poultry Science*. 86 (11). 2327-2336. ISSN: 0032-5791.

Blas, C., Wiseman, J. 1998. *The nutrition of the rabbit*. Cab International. New York. p. 344. ISBN: 085199279X.

Blas, C., Wiseman, J. 2010. *Nutrition of the Rabbit*, 2nd Edition. 2nd edition. CAB International. Wallingford (Oxfordshire). p. 325. ISBN: 978 1 84593 669 3.

Bogdanov, S. 2014. Pollen: Production, Nutrition and Health: A Review. *Bee Product Science* [online]. 1-36. [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.bee-hexagon.net/files/fileE/Health/PollenBook2Review.pdf>

Böhmer, B. M., Salisch, H., Paulicks, B. R., Roth, F. X. 2009. *Echinacea purpurea* as a potential immunostimulatory feed additive in laying hens and fattening pigs by intermittent application. *Livestock Science*. 122 (1). 81-85. ISSN: 18711413.

Bonomi, A. 2003. Royal jelly in light pig feeding. *Rivista di Suinicoltura*. 44. 87-92.

- Bonomi, A., Bonomi, B., Quarantelli, A. 2000. Royal jelly in the feeding of rabbits. *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria di Parma*. 20. 115-132.
- Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., Spais, A. B. 2004. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with Oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition*. 58 (3). 209-218. ISSN: 1745-039X.
- Capucci, L., Cavadini, P., Schiavitto, M., Lombardi, G., Lavazza, A., Strive, T. 2017. Increased pathogenicity in rabbit haemorrhagic disease virus type 2 (RHDV2). In: *Veterinary Record*. 180 (17). 422-426.
- Castaldo, S., Capasso, F. 2002. Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*. 73. 1-6.
- Crossley, D. 2009. Dental Anatomy of Rabbits and Rodents. In: LafeberVet [online]. LafeberVet. Cornell. [cit. 2018-01-09]. Dostupné z: <https://lafeber.com/vet/dental-anatomy/>
- Dalle Zotte, A., Celia, C., Szendrő, Z. 2016. Herbs and spices inclusion as feedstuff or additive in growing rabbit diets and as additive in rabbit meat: A review. *Livestock Science*. (189). 82-90.
- Dobrowolski, J. W., Vohora, S. B., Sharma, K., Shah, S. A., Naqvi, S. A. H., Dandiya, P. C. 1991. Antibacterial, antifungal, antiamebic, antiinflammatory and antipyretic studies on propolis bee products. *Journal of Ethnopharmacology*. 35 (1). 77-82.
- Eiben, C., Mezes, M., Zijártó, N., Erdelyi, M. 2004. Dose-dependent effect of cellulase supplementation on performance of early-weaned rabbit. *Proceedings - 8th World Rabbit Congress – September 7-10, 2004 – Puebla, Mexico*. 799-804.
- Eid, Y., Zeweil, H., Ahmed, M. H., Basyony, M., Farok, M. 2010. Effect of plant source of omega-3 fatty acids and green tea powder on the performance and meat quality of growing rabbits. *Egyptian Journal of Rabbit Science*. 21. 115-134.
- El-Nekeety, A. A., El-Kholy, W., Abbas, N. F., Ebaid, A., Amra, H. A., Abdel-Wahhab, M. A. 2007. Efficacy of royal jelly against the oxidative stress of fumonisin in rats. *Toxicon*. 50 (2). 256-269.
- Erdélyi, M., Matics, Zs., Gerencsér, Zs., Princz, Z., Szendrő, Zs., Mézes, M., 2008. Study of the effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and garlic (*Allium sativum*) essential

oils on the performance of rabbit. In: Proceedings of the 9th World Rabbit Congress. Verona, Italy, 649–653.

Estrada, A., Wilkie, D. C., Drew, M. 2001. Administration of *Bifidobacterium bifidum* to Chicken Broilers Reduces the Number of Carcass Condemnations for Cellulitis at the Abattoir. *The Journal of Applied Poultry Research*. 10 (4). 329-334. ISSN: 1056-6171.

Ezeonu, I. M., Akobueze, E. U., Chah, K. F. 2012. Prebiotic effects of *Vernonia amygdalina* and *Ocimum gratissimum* aqueous leaf extracts in rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *African Journal of Biotechnology*. 11 (10). -. ISSN: 16845315.

Falcão-e-Cunha, L., Castro-Solla, L., Maertens, L., Marounek, M., Pinheiro, V., Freire, J., Mourão, J. L. 2007. Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Rabbit Feeding: a Review. *World Rabbit Science*. 15. 127-140.

Fisher, K., Phillips, C. 2009. The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*. *Microbiology*. 155 (6). 1749-1757. ISSN: 1350-0872.

Fonseca, A. P., Falcão, L., Kocher, A., Spring, P. 2004. Effects of Dietary Mannanooligosaccharide in Comparison to Oxytetracyclin of Performance of Growing Rabbits. In: Proceedings – 8th World Rabbit Congress – September 7-10, 2004 – Puebla, Mexico. 829-833.

Frankič, T., Voljč, M., Salobir, J., Rezar, V. 2009. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. *Acta Agriculturae Slovenica*. 94 (2). 95-102.

Gaggia, F., Mattarelli, P., Biavati, B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*. 141. 15-28. ISSN: 01681605.

García, A. I., García, J., Corrent, E., Chamorro, S., García-Rebollar, P., De Blas, J. C., Carabaño, R. 2005. Effet de l'âge du lapin, de la source de protéine et de l'utilisation d'enzymes sur les digestibilités apparentes de la matière sèche et de la protéine brute sur un aliment lapin. 11èmes Journées de la Recherche Cunicole, 29-30 novembre 2005, Paris. 197-200.

Gareau, M. G., Wine, E., Sherman, P. M. 2009. Early Life Stress Induces Both Acute and Chronic Colonic Barrier Dysfunction: Figure. *NeoReviews*. 10 (4). 191-197. ISSN: 1526-9906.

- Gibson, G. R., Probert, H. M., Loo, J. V., Rastall, R. A., Roberfroid, M. B. 2004. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*. 17 (2). 259-275. ISSN: 0954-4224.
- Gibson, G. R., Roberfroid, M. B. 1995. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*. 125 (6). 1401–1412.
- Glass, L. S., Beasley, J. N. 1989. Infection with and antibody response to *Pasteurella multocida* and *Bordetella bronchiseptica* in immature rabbits. *Laboratory Animal Science*. 39. 406-410.
- Gutiérrez, I., García, J., Carabaño, R., Mateos, G. G., De Blas, J. C. 2000. Effects of exogenous phytase on phosphorous and nitrogen digestibility in growing-finishing rabbits. *World Rabbit Science*. 8 (1). 277-281.
- Hafeez, A., Männer, K., Schieder, C., Zentek, J. 2016. Effect of supplementation of phytogetic feed additives (powdered vs. encapsulated) on performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 95 (3). 622-629. ISSN: 0032-5791.
- Haro, A., López-Aliaga, I., Lisbona, F., Barrionuevo, M., Alférez, M. J. M., Campos, M. S. 2000. Beneficial Effect of Pollen and/or Propolis on the Metabolism of Iron, Calcium, Phosphorus, and Magnesium in Rats with Nutritional Ferropenic Anemia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48 (11). 5715-5722. ISSN: 0021-8561.
- Hashem, N. M., El-Hady, A. A., Hassan, O. 2013. Effect of vitamin E or propolis supplementation on semen quality, oxidative status and hemato-biochemical changes of rabbit bucks during hot season. *Livestock Science*. 157. 520-526. ISSN: 18711413.
- Hassanin, A., Tony, M. A., Sawiress, F. A. R., Abdl-Rahman, M. A., Saleh, S. Y. 2015. Influence of Dietary Supplementation of Coated Sodium Butyrate and/or Synbiotic on Growth Performances, Caecal Fermentation, Intestinal Morphometry and Metabolic Profile of Growing Rabbits. *Journal of Agricultural Science*. 7 (2). 180-190. ISSN: 1916-9760.
- Haščík, P., Trembecká, L., Bobko, M., Kačániová, M., Bučko, O., Tkáčová, J., Kunová, S. 2015. Effect of different feed supplements on selected quality indicators of chicken meat. *Potravinárstvo*. 9 (1). 427-434. ISSN: 1337-0960.
- Higgins, S. E., Higgins, J. P., Wolfenden, A. D., Henderson, S. N., Torres-Rodriguez, A., Tellez, G., Hargis, B. 2008. Evaluation of a *Lactobacillus*-Based Probiotic Culture for the

Reduction of Salmonella Enteritidis in Neonatal Broiler Chicks. *Poultry Science*. 87 (1). 27-31. ISSN: 0032-5791.

Hofacre, C. L., Beacom, T., Collett, S., Mathis, G. 2003. Using Competitive Exclusion, Mannan-Oligosaccharide and Other Intestinal Products to Control Necrotic Enteritis. *The Journal of Applied Poultry Research*. 12 (1). 60-64. ISSN: 1056-6171.

Cheeke, P. R. 1987. *Rabbit feeding and nutrition*. Academic Press. Orlando. p. 376. ISBN: 0121706060.

Cheeke, P. R. 1994. A review of the functional and evolutionary roles of the liver in the detoxification of poisonous plants, with special reference to pyrrolizidine alkaloids. *Veterinary and Human Toxicology*. 36 (3). 240-247.

Jakubcová, Z., Zeman, L., Horký, P., Mrkvičková, E., Mareš, P., Mrázková, E., Šťastník, O. 2014. The influence of the addition of chamomile extract to the diet of chickens. *MendelNet* [online]. 147-150. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_mendelnet/mendelnet2014/articles/51\\_jakubcova\\_1002.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_291_mendelnet/mendelnet2014/articles/51_jakubcova_1002.pdf)

Joshi, S. C., Sharma, N., Sharma, P. 2012. Antioxidant and lipid lowering effects of *Coriandrum sativum* in cholesterol fed rabbits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 4 (3). 231-234.

Jung, S. J., Houde, R., Baurhoo, B., Zhao, X., Lee, B. H. 2008. Effects of Galacto-Oligosaccharides and a *Bifidobacteria lactis*-Based Probiotic Strain on the Growth Performance and Fecal Microflora of Broiler Chickens. *Poultry Science*. 87 (9). 1694-1699. ISSN: 0032-5791.

Juskiewicz, J., Jankowski, J., Zdunczyk, Z., Mikulski, D. 2006. Performance and Gastrointestinal Tract Metabolism of Turkeys Fed Diets with Different Contents of Fructooligosaccharides. *Poultry Science*. 85 (5). 886-891. ISSN: 0032-5791.

Juźwiak, S., Raińska, T., Dutkiewicz, T., Cioch, U., Olenderek, B., Krasowska, B., Rózewicka, L., Juzyszyn, Z., Wójcicki, J., Samochowiec, L. 1992. Pollen extracts reduce the hepatotoxicity of paracetamol in mice. *Phytotherapy Research*. 6 (3). 141-145. ISSN: 0951-418X.

Kamra, D. N., Chaudhary, L. C., Singh, R., Pathak, N. N. 1996. Influence of feeding probiotics on growth performance and nutrient digestibility in rabbits. *World Rabbit Science*. 4 (2). 85-88.



Kang, H. K., Salim, H. M., Akter, N., Kim, D. W., Kim, J. H., Bang, H. T., Kim, M. J., Na, J. C., Hwangbo, J., Choi, H. C., Suh, O. S. 2013. Effect of various forms of dietary *Chlorella* supplementation on growth performance, immune characteristics, and intestinal microflora population of broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*. 22 (1). 100-108. ISSN: 1056-6171.

Karr-Lilienthal, L. 2011. The Digestive System of the Rabbit. In: Extension [online]. Cooperative Extension System. USA. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://articles.extension.org/pages/61402/the-digestive-system-of-the-rabbit>

Kedza, B. 2018. Trubčí plod jako léčivo. *Moderní včelař*. 15 (2). 42-44. ISSN: 1214-5793.

Kemper, K. J. 1999. Bilberry (*Vaccinium myrtillus*). Longwood Herbal Task Force [online]. 1-13. [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: <http://www.longwoodherbal.org/bilberry/bilberry.pdf>

Khan, A., Rehman, N., AlKharfy, K. M., Gilani, A. H. 2011. Antidiarrheal and antispasmodic activities of *Salvia officinalis* are mediated through activation of K channels. *Bangladesh Journal of Pharmacology*. 6 (2). 111-116. ISSN: 1991-0088.

Kleczek, K., Majewska, K., Makowski, W., Michalik, D. 2012. The effect of diet supplementation with propolis and bee pollen on the physicochemical properties and strength of tibial bones in broiler chickens. *Archiv Tierzucht. Leibniz Institute for Farm Animal Biology*. Dummerstor, Germany. 55 (1). 97-103. ISSN: 003-9438.

Konstantinov, S. R., Smidt, H., Akkermans, A. D. L., Casini, L., Trevisi, P., Mazzoni, M., De Filippi, S., Bosi, P., De Vos, W. M. 2008. Feeding of *Lactobacillus sobrius* reduces *Escherichia coli* F4 levels in the gut and promotes growth of infected piglets. *FEMS Microbiology Ecology*. 66 (3). 599-607. ISSN: 01686496.

Kouba, M. 2003. Quality of organic animal products. *Livestock Production Science*. 80 (1-2). 33-40. ISSN: 03016226.

Kowalska, D., Bielanski, P., Nosal, P., Kwal, J., 2012. Natural alternatives to coccidiostats in rabbit nutrition. *Ann. Anim. Sci.* 12, 561–574.

Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., Milos, M. 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chemistry*. 85 (4). 633-640. ISSN: 03088146.

- La Ragione, R. M., Narbad, A., Gasson, M. J., Woodward, M. J. 2004. *In vivo* characterization of *Lactobacillus johnsonii* FI9785 for use as a defined competitive exclusion agent against bacterial pathogens in poultry. *Letters in Applied Microbiology*. 38 (3). 197-205. ISSN: 0266-8254.
- Li, X., Qiang, L., Xu, C. 2008. Effects of Supplementation of Fructooligosaccharide and/or *Bacillus Subtilis* to Diets on Performance and on Intestinal Microflora in Broilers. *Archives Animal Breeding*. 51 (1). 64-70. ISSN: 2363-9822.
- Maertens, L., Falcão-e-Cunha, L., Marounek, M. 2006. Feed additives to reduce the use of antibiotics. *Recent Advances in Rabbit Science*. 259-265.
- Mach, K., Ondráček, J., Dokoupilová, A., Janda, K., Vostrý, L., Majzlík, I., Jebavý, L., Hoffmanová, B., Masopustová, R. 2012. Využití probiotického krmiva Probiostan a antikokcidika emanox ve výkrmu králíků. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 28 s. ISBN: 978-80-213-2300-1.
- Malik, T. A., Kamili, A. N., Chishti, M. Z., Tanveer, S., Ahad, S., Johri, R. K. 2016. Synergistic approach for treatment of chicken coccidiosis using berberine e A plant natural product. *Microbial Pathogenesis*. 2016 (93). 56-62.
- Manning, T. S., Gibson, G. R. 2004. Prebiotics. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*. 18 (2). 287-298. ISSN: 15216918.
- Martinec, M. 2012. ERE – epizootická enteropatie králíků. *Veterinářství*. 52. (12). 781-785.
- Matusevičius, P., Šliaudarytė, R., Bednarska, A., Antoszkiewicz, Z. 2004. A natural way to improve productivity of rabbits using probiotic yeasture. *Veterinarija ir zootechnika*. T. 26 (48). 1392-2130.
- Mayer, J. c2018. Bacterial and Mycotic Diseases of Rabbits. In: *MSD Manual: Veterinary Manual* [online]. Merck & Co. Kenilworth, USA. [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <http://www.msddvetmanual.com/exotic-and-laboratory-animals/rabbits/bacterial-and-mycotic-diseases-of-rabbits>
- McNitt, J. I., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R., Patton, N. M. 2013. Rabbit production. 9. CABI. Cambridge, MA. p. 296. ISBN: 9781780640129.

- Meineri, G., Cornale, P., Tassone, S., Peiretti, P. G. 2010. Effects of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits. *Italian Journal of Animal Science*. 9 (10). 45-49.
- Michelan, A. C., Scapinello, C., Natali, M. R. M., Furlan, A. C., Sakaguti, E. S., Faria, H. G., Santolin, M. L. da R., Hernandez, A. B. 2002. Utilização de probiótico, ácido orgânico e antibiótico em dietas para coelhos em crescimento: ensaio de digestibilidade, avaliação da morfometria intestinal e desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31 (6). 2227-2237. ISSN: 1516-3598.
- Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., Veberic, R., Sircelj, H. 2016. Wild Prunus Fruit Species as a Rich Source of Bioactive Compounds. *Journal of Food Science*. 81 (8). 1928-1937. ISSN: 00221147.
- Modesto, M., D'Aimmo, M. R., Stefanini, I., Trevisi, P., De Filippi, S., Casini, L., Mazzoni, M., Bosi, P., Biavati, B. 2009. A novel strategy to select *Bifidobacterium* strains and prebiotics as natural growth promoters in newly weaned pigs. *Livestock Science*. 122 (2-3). 248-258. ISSN: 18711413.
- Morisse, J. P., Maurice, R., Boilletot, E., Cotte, J. P. 1993. Assessment of the activity of a fructo-oligo-saccharide on different caecal parameters in rabbits experimentally infected with *E. coli* 0.103. *Annales de Zootechnie*. 42 (1). 81-87. ISSN: 0003-424X.
- Mussatto, S. I., Mancilha, I. M. 2007. Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydrate Polymers*. 68 (3). 587-597. ISSN: 01448617.
- Nagai, T., Inoue, R. 2004. Preparation and the functional properties of water extract and alkaline extract of royal jelly. *Food Chemistry*. 84 (2). 181-186. ISSN: 03088146.
- Nemcová, R., Bomba, A., Gancarčíková, S., Herich, R., Guba, P. 1999. Study of the effect of *Lactobacillus paracasei* and fructooligosaccharides on the faecal microflora in weanling piglets. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*. 112 (6-7). 225-228.
- Nemcová, R., Bomba, A., Gancarčíková, S., Reiffová, K., Guba, P., Koščová, J., Jonecová, Z., Sciranková, L., Bugarský, A. 2007. Effects of the Administration of *Lactobacilli*, Maltodextrins and Fructooligosaccharides upon the Adhesion of *E. coli* O8: K88 to the Intestinal Mucosa and Organic Acid Levels in the Gut Contents of Piglets. *Veterinary Research Communications*. 31 (7). 791-800. ISSN: 0165-7380.

Nisbet, D. 2002. Defined competitive exclusion cultures in the prevention of enteropathogen colonisation in poultry and swine. *Antonie van Leeuwenhoek*. 81 (1/4). 481-486. ISSN: 00036072.

Nogueira, C., Iglesias, A., Feás, X., Estevinho, L. M. 2012. Commercial Bee Pollen with Different Geographical Origins: A Comprehensive Approach. *International Journal of Molecular Sciences*. 13 (9). 11173-11187. ISSN: 1422-0067.

Nurmi, E., Rantala, M. 1973. New Aspects of Salmonella Infection in Broiler Production. *Nature*. 241 (5386). 210-211. ISSN: 0028-0836.

Ondruška, L., Chrástínová, L., Rafay, J., Pospíšilová, D., Parkányi, V. 2011. Vplyv humióvých látok a probiotík na rast a produkčné ukazovatele brojlerových králikov. *Sborník: Nové smery v intenzívnych a zájmových chovech králiků – XI. celostátní seminář 16.11. 2011*. 35-39.

Opletal, L. 2010. Přírodní látky a jejich biologická aktivita. *Karolinum. Praha*. 380 s. ISBN: 978-80-246-1884-5.

Osawa, T., Sugiyama, Y., Inayoshi, M., Kawakishi, S. 2014. Antioxidative Activity of Tetrahydrocurcuminoids. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 59 (9). 1609-1612. ISSN: 0916-8451.

Palombo, E. A. 2006. Phytochemicals from traditional medicinal plants used in the treatment of diarrhoea: modes of action and effects on intestinal function. *Phytotherapy Research*. 20 (9). 717-724. ISSN: 0951-418X.

Partanen, K. H., Mroz, Z. 1999. Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews*. 12 (01). 117-145. ISSN: 0954-4224.

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., Estevinho, L. M. 2014. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*. 63. 233-239. ISSN: 02786915.

Patterson, J., Burkholder, K. 2003. Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science*. 82 (4). 627-631. ISSN: 0032-5791.

- Pérez-Fonseca, A., Alcalá-Canto, Y., Z.M. Salem, A., Alberti-Navarro, A. 2016. Anticoccidial efficacy of naringenin and a grapefruit peel extract in growing lambs naturally-infected with *Eimeria* spp. *Veterinary Parasitology*. 2016 (232). 58-65.
- Pieper, R., Jha, R., Rossnagel, B., Van Kessel, A. G., Souffrant, W. B., Leterme, P. 2008. Effect of barley and oat cultivars with different carbohydrate compositions on the intestinal bacterial communities in weaned piglets. *FEMS Microbiology Ecology*. 66 (3). 556-566. ISSN: 01686496.
- Pinheiro, V., Guedes, C. M., Outor-Monteiro, D., Mourão, J. L. 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 (2-4). 288-300. ISSN: 03778401.
- Rees Davies, R., Rees Davies, J. A. E. 2003. Rabbit gastrointestinal physiology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 6 (1). 139-153. ISSN: 10949194.
- Ricke, S. 2003. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. *Poultry Science*. 82 (4). 632-639. ISSN: 0032-5791.
- Rimpler, M. 2003. Von Bienen gesammelte Blütenpollen: Eigenschaften und Verwendung. *Ärztezeitschrift für Naturheilverfahren*. 44 (3). 158-165.
- Romero, C., G. Rebollar, P., Dal Bosco, A., Castellini, C., Cardinali, R. 2011. Dietary effect of short-chain organic acids on growth performance, mortality and development of intestinal lymphoid tissues in young non-medicated rabbits. *World Rabbit Science*. 19 (3). 133-142. ISSN: 1989-8886.
- Sabatini, A., Marcazzan, G., Caboni, M., Bogdanov, S., Bicudo de Almeida-Muradian, L. 2009. Quality and standardisation of Royal Jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. 1 (1). 1-6.
- Scapinello, C., Faria, H. G. de, Furlan, A. C., Michelan, A. C. 2001. Efeito da utilização de oligossacarídeo manose e acidificantes sobre o desempenho de coelhos em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30 (4). 1272-1277. ISSN: 1516-3598.

Seleem, T. S. T., Fayek, H. M., El-Kholy, K. H., Affifi, S. M. 2007. Rabbit Productivity and Reproductivity as Influenced by Prebiotics in Drinking Water. 4th World Poultry Conference 27–30 March 2007, Sharm El-Sheikh, EGYPT. 4 (1). 603-625.

Sequeira, J., Nicodemus, N., Carabaño, R., Villamide, M. J. 2000. Effect of type of wheat and addition of enzymes on some digestive parameters at different sampling time. World Rabbit Science 8. 1. 437-444.

Setia, A., Bhandari, S. K., House, J. D., Nyachoti, C. M., Krause, D. O. 2009. Development and *in vitro* evaluation of an Escherichia coli probiotic able to inhibit the growth of pathogenic Escherichia coli K88. Journal of Animal Science. 87 (6). 2005-2012. ISSN: 0021-8812.

Sforcin, J. M. 2007. Propolis and the immune system: a review. Journal of Ethnopharmacology. 113 (1). 1-14. ISSN: 03788741.

Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., Corke, H. 2005. Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of Their Phenolic Constituents. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53 (20). 7749-7759. ISSN: 0021-8561.

Shiraki, M., Hara, Y., Osawa, T., Kumon, H., Nakayama, T., Kawakishi, S. 1994. Antioxidative and antimutagenic effects of theaflavins from black tea. Mutation Research Letters. 323 (1-2). 29-34. ISSN: 01657992.

Scharek, L., Guth, J., Reiter, K., Weyrauch, K. D., Taras, D., Schwerk, P., Schierack, P., Schmidt, M. F. G., Wieler, L. H., Tedin, K. 2005. Influence of a probiotic Enterococcus faecium strain on development of the immune system of sows and piglets. Veterinary Immunology and Immunopathology. 105 (1-2). 151-161. ISSN: 01652427.

Scheurer, W., Spring, P., Maertens, L. 2013. Effect of 3 dietary phytogetic products on production performance and coccidiosis in challenged broiler chickens. The Journal of Applied Poultry Research. 22 (3). 591-599. ISSN: 1056-6171.

Schneitz, C. 2005. Competitive exclusion in poultry—30 years of research. Food Control. 16 (8). 657-667. ISSN: 09567135.

Si, J. M., Yu, Y. C., Fan, Y. J., Chen, S. J. 2004. Intestinal microecology and quality of life in irritable bowel syndrome patients. World Journal of Gastroenterology. 10 (12). 1802-1805. ISSN: 1007-9327.

Siggers, R. H., Thymann, T., Siggers, J. L., Schmidt, M., Hansen, A. K., Sangild, P. T. 2007. Bacterial colonization affects early organ and gastrointestinal growth in the neonate. *Livestock Science*. 109 (1-3). 14-18. ISSN: 18711413.

Simonová, M., Szabóová, R., Chrastinová, L., Lauková, A., Haviarová, M., Strompfová, V., Plachá, I., Faix, Š., Vasilková, Z., Mojto, J., Rafay, J. 2008. The Use of a Ginseng Extract in Rabbits. *Sborník z: 9th World Rabbit Congress: Nutrition and Digestive Physiology*. Verona, Italy. 809-814.

Skřivanová, E., Marounek, M. 2007. Influence of pH on antimicrobial activity of organic acids against rabbit enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. *Folia Microbiologica*. 52 (1). 70-72. ISSN: 0015-5632.

Skřivanová, V., Marounek, M. 2002. Effects of Caprylic Acid on Performance and Mortality of Growing Rabbits. *Acta Veterinaria Brno*. 71 (4). 435-439. ISSN: 0001-7213.

Skřivanová, V., Marounek, M. 2006. A note on the effect of triacylglycerols of caprylic and capric fatty acid on performance, mortality, and digestibility of nutrients in young rabbits. *Animal Feed Science and Technology*. 127 (1-2). 161-168. ISSN: 03778401.

Smiricky-Tjardes, M. R., Grieshop, C. M., Flickinger, E. A., Bauer, L. L., Fahey, G. C. 2003. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *Journal of Animal Science*. 81 (10). 2535-2545. ISSN: 0021-8812.

Soultos, N., Tzikas, Z., Christaki, E., Papageorgiou, K., Steris, V. 2009. The effect of dietary oregano essential oil on microbial growth of rabbit carcasses during refrigerated storage. *Meat Science*. 81 (3). 474-478. ISSN: 03091740.

Spring, P., Wenk, C., Dawson, K. A., Newman, K. E. 2000. The effects of dietary mannaoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 79 (2). 205-211. ISSN: 0032-5791.

Stanczuk, J., Zdunczyk, Z., Juskiewicz, J., Jankowski, J. 2005. Indices of response of young turkeys to diets containing mannanoligosaccharide or inulin. *Veterinarija ir zootechnika*. 31 (53). 98-101. ISSN: 1392-2130.

Stanley, R. 1974. *Pollen: biology, biochemistry, management*. Springer-verlag. Berlin. p. 310. ISBN: 35-400-6827-9.

Suckow, M. A., Stevens, K. A., Wilson, R. P. 2012. The laboratory rabbit, guinea pig, hamster, and other rodents. Academic Press/Elsevier. Waltham, MA. American College of Laboratory Animal Medicine series. p. 1268. ISBN: 9780123809209.

Szabóová, R., Lauková, A., Chrastinová, L., Strompfová, V., Pogány Simonová, M., Plachá, I., Vasilková, Z., Chrenková, M., Faix, Š. 2012. Beneficial effect of plant extracts in rabbit husbandry. *Acta Veterinaria Brno*. 81 (3). 245-250. ISSN: 0001-7213.

Takahashi, S., Egawa, Y., Simojo, N., Tsukahara, T., Ushida, K. 2007. Oral administration of *Lactobacillus plantarum* strain Lq80 to weaning piglets stimulates the growth of indigenous lactobacilli to modify the lactobacillal population. *The Journal of General and Applied Microbiology*. 53 (6). 325-332. ISSN: 1349-8037.

Terada, Y., Narukawa, M., Watanabe, T. 2011. Specific Hydroxy Fatty Acids in Royal Jelly Activate TRPA1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59 (6). 2627-2635. ISSN: 0021-8561.

Thitaram, S. N., Chung, C. -H., Day, D. F., Hinton, A., Bailey, J. S., Siragusa, G. R. 2005. Isomaltooligosaccharide increases cecal *Bifidobacterium* population in young broiler chickens. *Poultry Science*. 84 (7). 998-1003. ISSN: 0032-5791.

Timmerman, H. M., Koning, C. J. M., Mulder, L., Rombouts, F. M., Beynen, A. C. 2004. Monostrain, multistrain and multispecies probiotics – A comparison of functionality and efficacy. *International Journal of Food Microbiology*. 96 (3). 219-233. ISSN: 01681605.

Trebušak, T., Levart, A., Salobir, J., Pirman, T. 2014. Effect of *Ganoderma lucidum* (Reishi mushroom) or *Olea europaea* (olive) leaves on oxidative stability of rabbit meat fortified with n-3 fatty acids. *Meat Science*. 96 (3). 1275-1280. ISSN: 03091740.

Tzortzis, G., Goulas, A. K., Gee, J. M., Gibson, G. R. 2005. A Novel Galactooligosaccharide Mixture Increases the *Bifidobacterial* Population Numbers in a Continuous *In Vitro* Fermentation System and in the Proximal Colonic Contents of Pigs *In Vivo*. *The Journal of Nutrition*. 135 (7). 1726-1731. ISSN: 0022-3166.

Van Praag, E. c2003-2018. Protozoal enteritis: Coccidiosis. In: MediRabbit [online]. MediRabbit. Geneva. [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: [http://www.medirabbit.com/EN/GI\\_diseases/Protozoal\\_diseases/Cocc\\_en.htm](http://www.medirabbit.com/EN/GI_diseases/Protozoal_diseases/Cocc_en.htm)



Vasilenko, Y. K., Klishina, I. I., Lazaryan, D. S. 2005. A Comparative Study of the Immunotropic and Hepatotropic Action of Beekeeping Products in Rats with Drug-induced Hepatitis. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 39 (6). 319-322.

Vekiari, S. A., Oreopoulou, V., Tzia, C., Thomopoulos, C. D. 1993. Oregano flavonoids as lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 70 (5). 483-487. ISSN: 0003-021X.

Veselý, V., Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim, O., Kramler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., Titěra, D. 2003. *Včelařství. Brázda*. Praha. 228 s. ISBN: 80-209-0320-8.

Viegi, L., Pieroni, A., Guarrera, P. M., Vangelisti, R. 2003. A review of plants used in folk veterinary medicine in Italy as basis for a databank. *Journal of Ethnopharmacology*. 89 (2-3). 221-244. ISSN: 03788741.

Vila, B., Fontgibell, A., Badiola, I., Esteve-Garcia, E., Jimenez, G., Castillo, M., Brufau, J. 2009. Reduction of *Salmonella enterica* var. *Enteritidis* colonization and invasion by *Bacillus cereus* var. *toyoi* inclusion in poultry feeds. *Poultry Science*. 88 (5). 975-979. ISSN: 0032-5791.

Volek, Z. 2005. Optimální složení krmných směsí pro rostoucí králíky. *Nové směry v chovu brojlerových králíků*. Praha Uhřetěves. 59-62. ISSN: 80-86454-63-0.

Wang, Y., McAllister, T. A., Yanke, L. J., Cheeke, P. R. 2000. Effect of steroidal saponin from *Yucca schidigera* extract on ruminal microbes. *Journal of Applied Microbiology*. 88. 887-896.

Wenk, C., 2003. Herbs and botanicals as feed additives in monogastric animals. *Asian Australas. J. Anim.* 16. 282–289.

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A. 2008. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 86 (14). 140-148. ISSN: 0021-8812.

Wojcicki, Hinek, Samochowiec. 1985. The protective effect of pollen extracts against allyl alcohol damage of the liver. *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*. 33 (6). 841-849.

Xu, Z., Hu, C., Xia, M., Zhan, X., Wang, M. 2003. Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*. 82 (6). 1030-1036. ISSN: 0032-5791.

Yıldız, O., Can, Z., Saral, Ö., Yuluğ, E., Öztürk, F., Aliyazıcıoğlu, R., Canpolat, S., Kolaylı, S. 2013. Hepatoprotective Potential of Chestnut Bee Pollen on Carbon Tetrachloride-Induced Hepatic Damages in Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2013. 1-9. ISSN: 1741-427X.

Yusrizal, Chen, T. C. 2003. Effect of Adding Chicory Fructans in Feed on Broiler Growth Performance, Serum Cholesterol and Intestinal Length. *International Journal of Poultry Science*. 2 (3). 214-219. ISSN: 16828356.

Zelenka, J. 2014. *Výživa a krmení drůbeže*. Agripint. Olomouc. 160 s. ISBN: 978-80-87091-53-1.

Zeman, L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha. 360 s. ISBN: 8086726177.

Zeyner, A., Boldt, E. 2006. Effects of a probiotic *Enterococcus faecium* strain supplemented from birth to weaning on diarrhoea patterns and performance of piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 90 (1-2). 25-31. ISSN: 0931-2439.

Zhang, W., Li, D., Lu, W., Yi, G. 2003. Effects of isomalto-oligosaccharides on broiler performance and intestinal microflora. *Poultry Science*. 82 (4). 657-663. ISSN: 0032-5791.

Zhong, R. Z., Tan, C. Y., Han, X. F., Tang, S. X., Tan, Z. L., Zeng, B. 2009. Effect of dietary tea catechins supplementation in goats on the quality of meat kept under refrigeration. *Small Ruminant Research*. 87 (1-3). 122-125. ISSN: 09214488.

Zinoviadou, K. G., Koutsoumanis, K. P., Biliaderis, C. G. 2009. Physico-chemical properties of whey protein isolate films containing oregano oil and their antimicrobial action against spoilage flora of fresh beef. *Meat Science*. 82 (3). 338-345. ISSN: 03091740.