

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky



Vláknina ve výživě králíků

Bakalářská práce

Autor práce: Ondřej Kront

Obor studia: Chovatelství

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Zita, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Vlákna ve výživě králíků“ jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 4. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Lukáši Zitovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce a také rodině, která mě v mé činnosti podporuje.

Vláknina ve výživě králíků

Souhrn

Z hlediska chovu hospodářských zvířat je důležitá jejich výživa, kterou je nutno považovat za zcela klíčovou oblast ovlivňující prosperitu a rentabilitu chovu. Králík je z pohledu výživy a trávení, mezi tradičně chovanými hospodářskými nebo domácími zvířaty, jedinečný svými anatomickými a fyziologickými modifikacemi. S těmito hlavními odlišnostmi anatomie a fyziologie je nutno se seznámit, respektovat je a na jejich základě dotvářet případné technologické postupy. Významnou složkou ve výživě králíků je vláknina, která má vztah např. i ke stravitelnosti dalších živin, zejména ke stravitelnosti dusíkatých látek. Vláknina podporuje motilitu zadní části střeva. Nízký obsah vlákniny vede k prodloužení doby setrvání přijatého krmiva ve slepém střevě a důsledkem jsou změny v jeho mikrobiálním osídlení. Významná je pro králíka jak stravitelná vláknina (pektin a hemicelulózy) obsažená v rostlinných krmivech např. v okopaninách, cukrovarských řízcích, vojtěškové moučce, tak strukturální nestravitelná vláknina. Především lignin má významný pozitivní vliv na zdravotní stav, růstové schopnosti apod. Hlavní složkou hrubé vlákniny je celulóza, lignin, pektin a kutin. Velký podíl představuje celulóza a u přestárých rostlin se zvyšuje podíl ligninu. Důležité jsou i poměry mezi jednotlivými složkami vlákniny nebo poměry k dalším živinám. Obecně králík potřebuje v krmné dávce kolem 18 až 20 % vlákniny, to platí zejména pro zájmové chovy. V intenzivních chovech byla doporučena na 10 – 15 % vlákniny u vykrmovaných králíků. Zatímco dříve postačilo k charakteristice a fungování vlákniny ve výživě králíků jen minimum informací, v současnosti jsou k dispozici desítky českých a zahraničních studií sledujících roli vlákniny ve výživě, trávení, dopadech na užitkovost a na zdravotní stav (morbiditu a mortalitu) kategorií králíků. Jedná se tedy o rozdílnosti v nárocích na vlákninu např. při porovnání dospělých králíků a mláďat, samců a samic, jedinců v období klidu a v období reprodukce, dále pak samice v době březosti, na konci březosti, období porodu, kojení. U mláďat králíků jsou odlišné období mléčné výživy, doba před odstavením, po odstavení, období intenzivního růstu, výkrmu, odchovu plemenných králíček, dosažení pohlavní dospělosti a další kategorie.

Klíčová slova: králík, výživa, vláknina, stravitelnost

Dietary fiber in the nutrition of rabbits

Summary

In terms of livestock farming, nutrition is extremely important, which is to be considered as a key area influencing the prosperity and profitability of livestock. Rabbits, from the standpoint of nutrition and digestion, are traditionally farmed or domesticated, unique in their anatomical and physiological modifications. It is necessary to acquaint one's self with these, to respect them and on their basis, to make further technological advancements, if possible. Fiber is an important part of rabbit nutrition and is related to the digestibility of other nutrients, in particular to the digestibility of nitrogenous substances. The fiber supports the motility of the back of the intestine. Low fiber content leads to an increase in the residence time of the ingested feed within the intestine, resulting in changes in its microbial habitat. Digestible fiber (pectin and hemicellulose) are crucial for rabbits; contained in plant feeds such as root crops, sugar beet pulp, alfalfa meal and structural non-stackable fiber. Lignin has a significant positive effect on rabbit health condition, growth ability, etc. The main component of the crude fiber is cellulose, lignin, pectin and cuttings. A large proportion of the cellulose is present, and the lignin percentage is increased in the case of old plants. Also important are the ratios between the individual fiber components or the ratios of individual fiber components to other nutrients. In general, rabbits need about 18 to 20 % of fiber content in their feed, especially for family/leisure farms. On production-intensive farms, the recommended fiber content for fattened rabbits is 10 – 15 %. Whereas only a minimal amount of information has been sufficient to characterize and operate the fiber in rabbit nutrition, dozens of Czech and foreign studies are currently available to monitor many categories including the role of fiber in nutrition, digestion, impacts on performance and on the health status (morbidity and mortality) of rabbits. This is the difference in fiber requirements, for instance, when comparing adult rabbits and youngsters, males and females, individuals during rest and reproduction periods, females at the time of pregnancy, at the end of pregnancy, delivery period, breastfeeding. Kits have different periods of dairy nutrition, time before weaning, time after weaning, intensive growth, fattening, rearing breeding kits, reaching sexual maturity, and other categories.

Keywords: Rabbit, nutrition, dietary fibre, digestibility

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	3
3 Literární přehled	4
3.1 Výživa	4
3.1.1 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy králíka	4
3.1.2 Živiny krmiva	7
3.1.2.1 Energie.....	8
3.1.2.2 Dusíkaté látky	10
3.1.2.3 Minerální látky.....	12
3.1.2.4 Vitaminy	17
3.1.2.5 Voda.....	18
3.2 Vlákna	19
3.2.1 Složky vlákninového komplexu.....	20
3.2.1.1 Celulóza.....	20
3.2.1.2 Hemicelulózy	20
3.2.1.3 Pektinové látky	21
3.2.1.4 Lignin	22
3.2.2 Trávení vlákniny	23
3.2.3 Význam vlákniny ve výživě králíků	24
3.2.4 Metody sloužící k odhadu zastoupení jednotlivých frakcí vlákniny.....	31
4 Závěr	33
5 Přehled použité literatury.....	34

1 Úvod

K zabezpečení výživy lidí je potřeba pravidelná produkce jednotlivých druhů masa, které se navzájem liší svým složením a dietetickými vlastnostmi. Z hlediska dietetiky je právě králičí maso zajímavé a je spojováno se zdravým životním stylem, respektive výživou. Toto maso je lehce stravitelné má nízký obsah tuku (2 – 10 % dle věku zvířat), vysoký obsah bílkovin a nízký obsah cholesterolu (35 mg/100 g). V živočišné výrobě se chov králíků jeví jako rentabilní, jelikož se zvířata vyznačují multiparitou, krátkým generačním intervalem, raností, výbornou plodností, krátkou dobou březosti, jež u králíka činí 29 – 32 dní a rychlým růstem.

Produkce králičího masa v České republice se na celosvětové produkci masa podílí minimálně, avšak jistou pozici si stále drží. Ročně se u nás spotřebuje kolem 0,8 kg králičího masa na osobu (toto představuje velký propad oproti roku 1991, kdy se v českých domácnostech spotřebovalo 3,9 kg/os.), což představuje přesně 1 % celkové spotřeby masa, jejíž hodnota je přibližně 80 kg/os. V celosvětovém měřítku pak spotřeba masa činí 42 kg/os., z toho je 0,2 kg (0,5 %) králičího.

Početní stavy králíků chovaných u nás v rámci farmových chovů, ale každým rokem klesají. Důvodem je snížení odbytu masa jak na tuzemských trzích, tak na těch zahraničních. Obdobná situace se týká malochovů. Dříve byl králík zdrojem masa a kůže, které se hojně využívaly v kloboučnickém a kožešnickém průmyslu. Králíci rovněž produkují kvalitní hnůj. S postupnou urbanizací a stěhováním lidí z vesnic do měst zájem o tato zvířata upadá. A tak většina malochovů zakládá svou existenci na základě potěchy ze samotného chovu a účasti na výstavách v rámci klubových a okresních spolků, sdružujících tyto chovatele v jeden celek. V současné době je též populární „králičí hop“ a význam králíka, coby domácího mazlíčka. V roce 1995 se u nás v rámci faremních chovů a malochovů evidovalo asi 14 milionů králíků. Absolutního vrcholu dosáhly početní stavy králíků v roce 1999 při 16 790 500 kusech. Od této chvíle počet chovaných zvířat klesá. V roce 2005 je to necelých 12 milionů a v roce 2015 jen 5,4 milionů kusů, z toho pouhých 174 tisíc králíků v rámci chovu a výkrmu ve faremních chovech.

Zásadní roli v nízké spotřebě masa a tím i k degradaci početních stavů králíků hraje též cena za kilogram jatečně upraveného králíka, která v roce 2014 byla 177 Kč, což činí, oproti roku 1995, nárůst o necelých 73 Kč/kg. Mezi největší producenty králičího masa se pak řadí Čína, Itálie, Španělsko, Francie, Egypt, Ukrajina a Maďarsko. Evropa jako celek produkuje 28,4 % králičího masa z celkové světové produkce.

Pro dosažení vyvážené produkce králičího masa je třeba dbát na dokonalou rovnováhu faktorů vnitřního a vnějšího prostředí, ať už se jedná o mikroklima v halách, ve kterých se zvířata chovají, nebo o výživu, tedy regulovanou krmnou dávku, jejíž hlavní součástí, v případě králíků, tvoří vláknina.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je soustředit nejen odbornou, ale především vědeckou literaturu týkající se problematiky vlákniny ve výživě králíků.

3 Literární přehled

Produkce králíků v České republice je, v rámci intenzivních chovů, zajišťována chovem a výkrmem králíků brojlerového typu, jejichž prarodičovské linie tvoří králíci masných plemen. Do mateřských pozic se volí králíci s výbornými reprodukčními a mateřskými vlastnostmi a do otcovské pozice vybíráme zvířata s velmi dobrými produkčními vlastnostmi, jimiž jsou například výkrmnost a jatečná hodnota (Anonym, 2016). Do prarodičovských linií se řadí např. Hyplus, Hyla, Zika, Genia, Cunistar a další. Intenzivní výkrm brojlerového králíka je charakterizován průměrnými denními přírůstky ve výkrmu okolo 35 – 40 g, konverzí krmiva kolem 3,5 – 4,0 kg, celkovou spotřebou směsi ve výkrmu 5,5 – 6,0 kg, při průměrné denní spotřebě kolem 140 – 180 g krmné směsi, živou hmotností při ukončení výkrmu 2,5 – 2,9 kg a jatečnou výtěžností (trup s hlavou, ledvinami a přirostlým tukem a játry) kolem 58 – 60 %.

3.1 Výživa

Výkrm králíků v intenzivních chovech je založen na zkrmování kompletních krmných směsí, které se mimo jiné skládají především z vojtěšky a jadrných krmiv. Jadrná krmiva (u králíků hlavně ječmen a oves, zřídka kukuřice) pak tvoří hlavní složku krmné dávky v malochovech, často bývají doplňována stébelnatými krmivy jako senem a slámou. Takto zvolený způsob krmení musí plně korespondovat s utvářením a funkcí trávicího traktu chovaných a vykrmovaných zvířat (Gidenne et al., 2010b).

3.1.1 Anatomie a fyziologie trávicí soustavy králíka

Trávicí soustava zajišťuje organizmu výměnu tekutých a pevných látek, dále také příjem vody, solí, živin a vitaminů. Trávicí soustava se vyvinula z entodermu a její funkce spočívá v přijímání, mechanickém rozmělnění, chemickém rozkladu, vstřebávání látek potřebných pro život organismu a vylučování nestrávených zbytků. Poměr délky trávicí soustavy vůči délce těla králíka je 10-12:1 (Dousek, 1999).

Dutina ústní tvoří začátek trávicí soustavy, tedy je její nejkraniálnější částí, primárně slouží k uchopení, rozdrcení a promíchání sousta (bolus) se slinami, ale může být také použita jako obranná či útočná zbraň. Pysky ohraničují ústní štěrbinu, ústní dutina je ze stran ohraničena tvářemi, strop tvoří tvrdé patro, na jehož kaudální okraj navazuje měkké patro. Dále jsou přítomny mandle, jakožto sekundární shluky mízních uzlíků, nacházející

se v místech vystavených vstupu infekce, jazyk jako svalový orgán, jenž napomáhá posunu bolu dál ve směru trávicí soustavy, slinné žlázy, které zvlhčují dutinu, napomáhají mechanickému zpracování krmiva, ale také umožňují chuťové vnímání, dásně a zuby (Frandsen et al., 2009).

Mléčný chrup králíka je tvořen 16 zuby (6 řezáků a deset stoliček). V průběhu růstu dojde k výměně mléčných zubů za definitivní chrup. Tento proces je ukončen zhruba kolem 35. dne věku králíčat. Kompletní trvalý chrup králíka se skládá z 28 zubů. Horní čelist je tvořena 16 zuby, těmi jsou 4 řezáky, 6 třenových zubů a 6 stoliček. V dolní čelisti je 12 zubů, tj. 2 řezáky, 4 třenové zuby a 6 stoliček. Řezáky nemají kořen a během života stále dorůstají a zároveň rostou ze všech zubů nejrychleji (Zadina, 2004). Je tedy nutné předkládat králíkům předměty, potažmo krmivo, o které si je mohou obrousit (Fournier, 2006).

Na dutinu ústní navazuje hltan, jícen, který se dostává do břišní dutiny přes jícnový otvor v bránici a dál vstupuje do žaludku (Frandsen et al., 2009). Králík má žaludek jednokomorový, tenkostěnný, uložený v břišní dutině mezi jícnem a střevem. Jeho objem je přímo úměrný velikosti plemene a věku zvířete (plemena velká, střední, malá a zakrslá) a činí 50 – 200 cm³ (Carabaňo, 1998). Žaludek králíka se nikdy zcela nevyprázdňuje, dokonce i po celodenním lačnění je stále z poloviny plný. V určitou dobu je zde možné nalézt dva druhy tráveniny, nově přijaté krmivo a cékotrofní výkaly (Volek, 2015). V žaludku je přítomno velké množství buněk majících rozdílné funkce. Mezi ty nejzásadnější patří buňky hlavní, krycí a vedlejší, které jsou součástí žaludečních žláz. Hlavní buňky produkují pepsinogen, vedlejší produkují hlen a buňky krycí vylučují kyselinu chlorovodíkovou. Přítomny jsou také pylorické žlázy secernující hormon gastrin. Žaludeční šťávy jsou vylučovány nepřetržitě, ovšem větší intenzitu sekrece vykazují ve dne (Frandsen et al., 2009). Hodnota pH žaludku králíka se pohybuje v rozmezí od 5 – 6,5 do 1 – 2. Rozhodující je ale místo, kde je pH měřeno, přítomnost cékotrofních výkalů, věk zvířete a další faktory. U dospělého jedince je pH žaludku právě 1 – 2, což ničí většinu mikrobiálních organismů (Volek, 2015).

Pohyb a následný posun tráveniny (chymus) je v žaludku uskutečňován prostřednictvím nově přijatého krmiva. Velikost krmné dávky přijaté zvířetem je opět ovlivněna jeho velikostí a věkem. Mezi 16. a 18. dnem věku začínají malá králíčata přijímat malé množství pevného krmiva (okolo 2 g denně), přičemž jejich hlavní složku výživy tvoří stále mateřské mléko. Ve věku 25 dnů už králík přijme mezi 25 a 30 g předloženého krmiva s obsahem sušiny mezi 22 a 27 g z této dávky. V tuto dobu se jeho spotřeba granulovaného

krmiva zvyšuje o více než 5 g denně. Ve věku 32 dnů je schopen přijmout 150 g granulovaného krmiva při sušině 132 g z této dávky (Gidenne and Fortun-Lamonthe, 2002).

Tělo žaludku přechází ve vrátníkovou část, kde samotný vrátník uzavírá ústí do dvanáctníku. Uspořádání vrátníku neumožňuje králíkům chymus zvrátit a neumožňuje ani únik plynů (Carabaño, 1998).

Střevo představuje nejdelší úsek trávicí trubice, přizpůsobený k trávení krmiva a ke vstřebávání základních složek, rovněž i minerálních látek a vody. Během fylogenetického vývoje byla délka střeva ovlivněna druhem přijímaného krmiva, což zapříčinilo, že býložravci mají, vzhledem k příjmu obtížněji stravitelného krmiva, střevo delší než masožravci. Délka střeva králíka je asi 4,5 – 6 metrů (Frandsen et al., 2009).

Tenké střevo je z hlediska funkčnosti nejdůležitějším úsekem pro trávení lipidů, bílkovin a škrobu. Hodnota pH se pohybuje kolem 7. Dochází zde také k sekreci žluče, pufrů a trávicích enzymů, následné absorpci a transportu živin přes sliznici (Volek, 2015). Nestrávená část chymu vstupuje po necelých dvou hodinách do slepého střeva. V tomto úseku tlustého střeva (slepé střevo, tračník, konečník) dochází k trávení vlákniny (neškrobové polysacharidy a lignin) a rovněž k hydrolýze vlákniny celulotickými bakteriemi. Do celkové mikrobiální populace slepého střeva králíka jsou řazeny rody *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Bifidobacter* a *Enterobacter*. U králíkat představují bakterie pouze 40 % z celkové mikroflóry. S věkem králíků se ale jejich význam zvyšuje a ve chvíli, kdy králík přijímá pouze pevné krmivo, tvoří svým zastoupením 80 – 90 % celkové mikroflóry (Carabaño et al., 2010).

Dalším oddílem tlustého střeva je tračník, který je hlavním místem cékotrofie. Jako cékotrofní označujeme měkké výkaly, které jsou uspořádány do menších hroznů obklopených slizem, které jsou dále vylučovány konečníkem. Ten ve dne vypuzuje zcela strávené krmivo ve formě tuhých a výše zmiňovaných měkkých výkalů. V okamžiku jejich vyloučení je králík začne požírat a bez rozkousání a rozmělnění je rovnou polyká. Tyto výkaly jsou totiž bohaté na vitamin B, proteiny a aminokyseliny. K tvorbě obou typů výkalů dochází při průchodu chymu slepým střechem a proximální částí tračníku, ve které dojde také k mechanické separaci chymu a zformování tvrdého výkalu (Carabaño et al., 2010). Z tohoto tvrzení tedy vyplývá, že motilita slepého střeva a tračníku je zcela zásadní při rozdělování tráveniny na dvě části. Tou první je nestravitelná část tvořená nestravitelnou frakcí vlákniny (hrubé částičky) a druhou tvoří fermentovaný substrát (jemné částičky), který zahrnuje mikroorganismy poskytující mikrobiální protein. Tato část je pak zpětně přijata ve formě cékotrofního výkalu a je z nutričního hlediska velmi významná.

Králík není ale schopen vylučovat měkký typ výkalů od narození. Cékotrofie začíná ve věku 3 – 4 týdnů s vrcholem produkce mezi 66. – 77. dnem věku. Za zmínku také stojí, že samice v laktaci produkují tyto výkaly ve větší míře, což úzce souvisí se zvýšeným příjmem krmiva (Volek, 2015). V intenzivních chovech, kde je světelný režim řízen uměle (12 hodin světlo a 12 hodin tma), vylučují králíci cékotrofní výkaly v době od 08:00 do 17:00 hodin (Carabaňo et al., 2010) Jednalo by se tak o jednofázové vylučování. Ovšem menší část populace vylučuje tyto výkaly dvoufázově, tedy i v noci. Zhruba od 15:00 do 18:00 hodin se zvyšuje příjem krmiva a s ním i vylučování tvrdých výkalů, vrcholu je pak dosaženo o půlnoci, poté mírně klesá a od 02:00 do 06:00 hodin se opět zvyšuje. V 08:00 hodin příjem krmiva ustává a společně s ním i vylučování tvrdých výkalů, přičemž opět dochází k tvorbě a požívání měkkých cékotrofních výkalů (Volek, 2015).

Další významnou částí trávicí soustavy je slinivka břišní. Jedná se o tubuloalveolární žlázu, která přímo do krve vylučuje pankreatickou šťávu a inzulin s glukagonem (Frandsen et al., 2009).

Důležitou část trávicí soustavy králíka tvoří játra. Ta jsou největší žlázou v těle a patří k cenným částem jatečně opracovaného těla králíka. Mohou tvořit 2,5 – 6 % živé hmotnosti zvířete (Zadina, 2004). V embryonálním stavu zajišťují krvetvorbu, v postnatálním období mají funkci detoxikační, tvoří se zde žluč, která při trávení emulguje tuky a jsou také zásobárnou živin (glykogen, tuk, vitaminy) a krve (Frandsen et al., 2009).

3.1.2 Živiny krmiva

Od chvíle, kdy se začali králíci chovat intenzivně, dochází relativně pravidelně k různým obměnám ve složení krmiva a krmné dávky, kdy je důraz kladen vždy na jednotlivé kategorie králíků, na jejich správnou výživu, aby bylo dosaženo vždy co nejvyšší užitkovosti. V těchto chovech je krmivo předkládáno výhradně ve formě granulí, které musí obsahovat všechny potřebné nutriční složky v adekvátní míře a to dokonale vyvážené (McNitt et al., 2000).

Základem výživy králíků jsou tedy biologicky významné látky, nazývané živiny a to konkrétně jejich stravitelné a využitelné části. Organismus je potřebová k pokrytí všech životních procesů. Těmi jsou záchova pro trávení, vstřebávání, vyměšování, metabolické funkce, termoregulace, dýchání, pohyb, dále pak vše spojené s produkcí jako např. přírůstky živé hmotnosti, tuku, potomstva, mléka, semene a další (Volek, 2015).

Z funkčního hlediska je možné živiny dělit na (Stupka et al., 2013):

- a) **Stavební** živiny jsou důležité pro růst organismu, tj. pro tvorbu nové tělní hmoty. Dále se z nich tvoří náhrada za opotřebované buňky a tkáně. Patří mezi ně dusíkaté látky, makroprvky a voda.
- b) **Energetické**, které se využijí především k uspokojení energetických potřeb a následně jsou k dispozici metabolickým procesům. Řadí se k nim sacharidy a nadbytečné dusíkaté látky.
- c) **Neenergetické**, mezi které patří voda a minerální látky.
- d) **Specifické**, kam se řadí vitaminy, enzymy, hormony, mikroprvky a další. Tyto živiny katalyzují, regulují, chrání a stimulují látkový metabolismus v buňkách.

Z hlediska významu se živiny dělí na:

- a) **Esenciální**, v krmivu nepostradatelné, které zvíře neumí syntetizovat.
- b) **Neesenciální**, v krmivu postradatelné, jejichž syntéza probíhá v daném organismu.

Celkový obsah základních živin lze stanovit chemicky a následně výpočtem. Jelikož se ve výkalech vyskytují živiny metabolického původu, rozlišuje se stravitelnost živin, bilanční a skutečnou. Bilanční představuje živiny krmiva bez živin výkalů a skutečná stravitelnost představuje živiny krmiva bez živin výkalů a živin metabolického původu (Stupka et al., 2013).

Tabulka 1: Potřeba živin na 1 kg hmotnosti králíka (Skřivanová, 2004)

Živina	Růst	Záchova	Březost	Laktace
metabolizovatelná energie (MJ)	10,42	9,21	10,5	11,3
tuk (g)	30	25	35	50
dusíkaté látky (g)	150	120	180	170
vláknina (g)	140	160	135	120

3.1.2.1 Energie

Jedním z nejdůležitějších ukazatelů nutriční hodnoty krmiva je energie (jednotky – Joule (J), kilojoule (kJ), megajoule (MJ)). Dalším ukazatelem jsou pak dusíkaté látky (NL), které jsou zároveň i jejím zdrojem. Organismus dále čerpá energii z tuku, vlákniny a bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV). Energie je v organismu ukládána v makroergních vazbách adenosintrifosfátu (ATP) a NL a je využívána pro produkci a záchovu (Zelenka, 2014)

Ve výživě králíků se rozeznává několik parametrů energie. Patří mezi ně brutto energie (BE), která představuje množství energie, které organismus spotřeboval na výrobu tepla. Tento typ energie ale neposkytuje informace, které by blíže specifikovali, jak je dané krmivo zvířetem energeticky využitelné. Velmi dobrý odhad energetické hodnoty představuje stravitelná energie (SE), která v krmných směsích králíků představuje 50 – 80 % z brutto energie. Prakticky je definována jako brutto energie krmiva po odečtení energie výkalů. Zjišťuje se metodou *in vivo* (Xiccato and Trocino, 2010).

Metabolizovatelná energie (ME) je definována jako rozdíl SE a energie moče a plynů (Zelenka et al., 2003). U králíků vznikají tyto plyny ve slepém střevě, tedy v místě mikrobiální fermentace chymu. Energie plynů je však zanedbatelná, podstatnější je energie moči. Velké ztráty energie močením se často dávají do souvislosti s vysokým obsahem proteinu v krmné směsi. Při snížení proteinu v dietě se ztráty snižují. Stanovení ME je ale u králíků obtížnější než u drůbeže, u které je vylučování moči a výkalů současně kloakou a její zjišťování není zdaleka tak nákladné. Na druhou stranu, ME představuje preciznější stanovení než SE. Navzdory všemu jsou hodnoty SE neustále využívány při sestavování krmných směsí pro intenzivně chované králíky a energetická hodnota krmiv je tím pádem, spolu s potřebou energie pro různé kategorie králíků, vyjadřována hodnotou SE (Xiccato and Trocino, 2010).

Volek (2015) uvádí, že ME je se SE v blízké korelaci. V případě krmných směsí pro brojlerové králíky, jejichž obsah stravitelného proteinu je 120 – 150 g/kg, odchází společně s močí jen malé procento energie. Tím pádem ME představuje téměř konstantní frakci stravitelné energie a to 95 %.

Pro výpočet hodnoty ME je využíván vzorec dle Pereze et al. (1995):

$ME \text{ (MJ/kg)} = SE \text{ (MJ/kg)} \times ME/SE$, kde $ME/SE = 0,995 - 0,0048 \times \text{stravitelný protein (g/kg)}/SE \text{ (MJ/kg)}$.

Castellini et al. (2006) uvádějí rozdíly mezi potřebou SE prvorodiček a vícerodiček. U prvorodiček, které byly inseminovány 11. den po porodu, je potřeba 1046 kJ SE/den/kg živé hmotnosti a po odstavu 1042 kJ SE/den/kg živé hmotnosti (27 dní po porodu). U samic vícerodiček, inseminovaných 11. den po porodu, je potřeba 1220 kJ SE/den/kg živé hmotnosti. Po odstavu, který byl 27. den po porodu, je potřeba těchto samic 1219 kJ SE/den/kg živé hmotnosti.

Dalším typem energie je netto energie (NE), která tvoří rozdíl ME a přírůstku produkce tepla. Je vlastně frakcí BE a poskytuje nejpreciznější odhad energetické hodnoty krmiva, tedy představuje skutečné množství energie, která je zvířetem využita pro produkci

a na záchovu. V chovech králíků se ale hodnocení NE nevyužívá, jelikož je finančně nákladné. V úvahu tedy připadá SE nebo ME, respektive její stanovení (Perez et al., 1995).

3.1.2.2 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky (NL) se dělí na bílkoviny a dusíkaté látky nebílkovinné. Celkový obsah NL v krmivu se stanovují Kjeldahlovou metodou, kdy se násobí celkový chemicky zjištěný dusík koeficientem 6,25 (Zelenka, 2014). Vychází se ze vztahu $NL = NK \times 6,25$, ve kterém NK představuje celkový dusík. Dusíkaté látky mají pro zvířata nezastupitelnou funkci a jsou obsaženy v proteinu krmiva. K vyjádření potřeby proteinu v dietě králíků pro jednotlivé kategorie se uvádí obsah NL a stravitelného proteinu, které jsou obsaženy v krmné směsi. Optimální množství dusíkatých látek v krmné směsi pro rostoucí králíky ve výkrmu je stanoveno na 16 %. Nejčastějším zdrojem NL pro tuto kategorii je sójový extrahovaný šrot a lupina bílá, jež je též bohatá na tuk a arginin, který je v dietě králíků velmi důležitý. Lupina má rovněž pozitivní účinky na množství produkovaného mléka u samic v laktaci (Xiccato and Trocino, 2010). Některé odrůdy lupiny bílé obsahují 35 % NL a lupiny žluté 39 %. Její energetická hodnota je též příznivá ($BE = 21,35$ MJ/kg sušiny krmiva). Neloupané semeno pak obsahuje 12 – 15 % vlákniny (Vyskočil et al., 2008).

3.1.2.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou stavební látky nejvíce se podílející na růstu tělesné hmoty a z hlediska své funkce jsou nenahraditelné (Frandsen et al., 2009). Organismus si není schopen bílkoviny ukládat do zásoby, a proto se musí pravidelně předkládat jako součást směsi/krmné dávky. Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin spojených peptidovou vazbou a jejich potřeba a poměr je pro každou kategorii králíků specifická. Obecně však lze říci, že limitující jsou pro ně sirné aminokyseliny – metionin, či cystein. Dále pak lysin a treonin (Xiccato and Trocino, 2010).

Potřeba proteinu (bílkovin) pro králíky:

- a) **Rostoucí zvířata:** 2,9 g proteinu/kg živé hmotnosti/den,
- b) **Březí králice a králice v laktaci:** 3,7 – 3,8 g proteinu/kg živé hmotnosti/den,
- c) **Rostoucí králíčata:** protein potřebný pro růst s přibývajícím hmotností: 180 – 600 g proteinu/kg sušiny.

Poznámka: mléko samic v laktaci obsahuje 115 g proteinu/kg (Fraga, 1998).

Fraga (1998) také uvádí, že vliv tělesné hmotnosti a pohlaví na obsah proteinu v těle je malý, protože samci mají jen o trochu vyšší obsah bílkovin v těle než samice.

Stejně jako je důležité znát potřebu bílkovin, je rovněž podstatné uvést potřebu aminokyselin. Oproti jiným druhům zvířat, jako jsou třeba prasata nebo krysy, je u králíků největší rozdíl ve vztahu k vysokému obsahu cysteinu (vzhledem k vysokému ochlupení celého těla a vysoké hladině cysteinu v bílkovinách chlupů). Na druhou stranu, obsah methioninu v těle králíků je nízký (Xiccato and Trocino, 2010). Fraga (1998) konstatuje, že vztah mezi hladinou aminokyselin a obsahem bílkovin je velmi úzký. Při porovnávání králíků různých plemen o stejné tělesné hmotnosti jsou rozdíly pro obsah bílkovin v těle velmi malé. Nicméně, vyšší obsah tělního tuku, energie a nižší obsah vody, je pozorován u rychle rostoucích králíků.

Tabulka 2: Potřeba aminokyselin (mg/g N) pro rostoucí králíky plemene novozélandský ve věku 53 dnů (Moughan et al., 1988)

Aminokyselina	Absolutní hodnota (mg/g N)	Vzhledem k lysinu (%)
lysin	383	100
alanin	365	74
arginin	415	108
kys. asparagová	467	121
histidin	193	50
isoleucin	194	51
leucin	429	112
methionin	77	20
cystein	158	41
kys. glutamová	788	205
glycin	466	121
fenylalanin	249	65
serin	283	74
threonin	245	64
tyrosin	192	50
valin	239	62

3.1.2.2.2 Dusíkaté látky nebílkovinné

Jedná se o skupinu různorodých látek, mezi které řadíme bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), tuky a vlákninu. Organismu poskytují energii a jsou také zdrojem esenciálních mastných kyselin, vitaminů a podobně (Stupka et al., 2013). Energetická hodnota BNLV (BE = cca 17 kJ/g) se často liší. Její hodnota je závislá na zastoupení škrobu, organických kyselin, sacharidů a dalších látek. Škrob je pro králíky téměř kompletně stravitelný (Gidenne and Fortun-Lamonthe, 2002).

Rostlinné tuky mají energetickou hodnotu vesměs stejnou (BE = cca 39 kJ/g). Ve výkrmu se nejčastěji používá přírůdek slunečnicového nebo řepkového oleje (Xiccato and Trocino, 2010).

Vláknina představuje svým složením komplex různě stravitelných látek, mezi něž patří celulóza, hemicelulóza, pektinové látky, rostlinné slizy a lignin (Lutonská, 1983). Této problematice je věnována samostatná kapitola.

3.1.2.3 Minerální látky

V současné době jsou na králíky, z hlediska užítkovosti, kladeny vysoké nároky. S narůstajícím trendem získat od samic co největší počet vrhů se stabilním počtem králíčat v průběhu jejich reprodukčního období, zvyšuje se i potřeba optimalizace množství a zároveň i poměru živin krmné dávky. Nezanedbatelné jsou tedy i minerální látky. Ty se standardně dělí na makroelementy, zahrnující Ca, P, Na, K, Cl, Mg, S a mikroelementy, kam patří Fe, Cu, Co, Mn, Zn, Ni, As, I, Al, Si, B, Sb, F, Se, Ba, Ti (Stupka et al., 2013). U králíků se minerální látky normují pro dvě skupiny. První jsou králíci určeni k výkrmu, mladé samice a samci. Druhou skupinou, se zvýšenou potřebou těchto látek, jsou samice březí a samice v laktaci (Volek, 2015).

Pro stavbu kostí a zubů je důležitý vápník (Ca) a fosfor (P). Metabolismus vápníku je u králíků neobvyklý. Velmi efektivně jej vstřebávají a přebytky vylučují v moči, což dokazují křídově bílé povlaky v nádobách na exkrementy a moč (McNitt et al., 2013). Vápník je ve výživě králíků zásadní složkou krmiva. Zvýšený obsah této minerální látky je pak vyžadován u rychle rostoucích mladých králíčat, samic v pozdní fázi březosti a u samic na vrcholu laktace. Zvýšená potřeba vápníku se pak promítne i do složení králíčího mléka, kde je jeho obsah také velmi vysoký (Mateos and de Blas, 1998). Bohatým zdrojem vápníku je vojtěška, která v podobě vojtěškového sena obsahuje 14 g vápníku v 1 kg sušiny krmiva (Vyskočil et al., 2008). Z tohoto důvodu představuje vojtěška hlavní část králíčích granulí (Mateos and de Blas, 1998). Dále je pak doplněna obilninami, které mají obsah vápníku velmi nízký (méně než 1 g na kg sušiny), ale nezastupitelnou roli mají, co se týká obsahu fosforu, což činí kolem 4 g/kg sušiny (Vyskočil et al., 2008). Velmi často je do přímého vztahu uváděna kombinace vápníku, fosforu a vitamínu D, jenž reguluje vstřebávání vápníku a mineralizaci kostí. Deficit Ca, P nebo vitamínu D vede u mladých zvířat ke vzniku křivice a u dospělých jedinců k osteomaláciím, tedy k demineralizaci kostí (McNitt et al., 2013).

Tabulka 3: Zastoupení minerálních prvků v mateřském mléce u různých druhů hospodářských zvířat v g/kg sušiny (Mateos et al., 2010)

Minerální látka (g/kg sušiny)	Kráva	Ovce	Prasnice	Králíce
sodík	0,45	0,45	0,5	0,96
hořčík	0,12	0,15	0,15	0,27
draslík	1,5	1,25	0,84	1,86
vápník	1,2	1,9	2,2	4,61
chlor	1,1	1,2	1,2	0,66
fosfor	0,9	1,5	1,6	2,78

Tabulka 4: Celkové nároky králíků na vápník a fosfor (g/kg) (Mateos et al., 2010)

Kategorie (g/kg)	Vápník	Fosfor
chovné samice		
doporučená hodnota	10,5	6
akceptovatelná hodnota	10 - 12,5	5,5 - 7,0
rostoucí králíčata (1 - 2 měsíce)		
doporučená hodnota	6	4
akceptovatelná hodnota	4,5 - 7,6	3,3 - 4,6
králíčata v dokrmu (starší 2 měsíců)		
doporučená hodnota	4	3
akceptovatelná hodnota	3,0 - 4,6	3 - 4,5

Další neopomenutelným prvkem je hořčík (Mg), jehož nedostatek způsobuje křeče, dráždivost, úhyn. Ve výživě králíků jsou zdrojem Mg luštěniny (McNitt et al., 2013). Pro rostoucí králíky doporučují Mateos et al. (2010) okolo 3 g Mg/kg v krmné směsi. Zeman et al. (2003) konstatují, že pro králíka je adekvátní množství 3 – 4 g Mg/kg krmné směsi.

Draslík (K), sodík (Na) a chlor (Cl) udržují acidobazickou rovnováhu v krvi a dalších tělních tekutinách. Bylo dokázáno, že po sečtení draslíku a sodík s odečtením chloru (K + Na – Cl) by výsledná suma těchto prvků měla odpovídat hodnotě 25 mg/100g krmné směsi (McNitt et al., 2013).

Síra (S) je do krmných směsí dávkována v množství 2,0 g/kg, ale literatura neuvádí žádný prospěch ve výživě králíků, ačkoliv anorganická síra může být začleněna v mikrobiálním proteinu trávicího traktu (Mateos et al., 2010).

Tabulka 5: Potřeba makroprvků v g/kg (Xiccato, 1996)

Kategorie (g/kg)	Ca	P	Na	Cl	K
rostoucí králíci	8,0-9,0	5,0-6,0	2	3	-
samice v laktaci	13,0-13,5	6,0-6,5	2,5	3,5	-

„-“ = neurčeno

Tabulka 6: Potřeba makroprvků (g/kg; Lebas, 2004)

Kategorie (g/kg)	Ca	P	Na	Cl	K
rostoucí králíci	7,0-8,0	4,0-4,5	2,2	2,8	<15
samice v laktaci	12	6	2,5	3,5	<18

Tabulka 7: Potřeba makroprvků v g/kg (Maertens and Luzi, 2004)

Kategorie (g/kg)	Ca	P	Na	Cl	K
rostoucí králíci	8,1	5	2,5	3	8
samice v laktaci	12	5,5	2,5	3	10

Mikrominerální látky jsou definovány jako elementy potřebné v řádu mg na den a jejich potřeba je vyjadřována jako „ppm“ (z anglického „parts per million“) z krmiva čili v mg/ kg (Xiccato and Trocino, 2010).

Tabulka 8: Potřeba mikrominerálních látek (mg/kg; Xiccato, 1996)

Kategorie (mg/kg)	Cu	I	Fe	Mn	Zn	Co	Se
rostoucí králíci	10	0,2	50	5	25	0,1	0,15
samice v laktaci	10	0,2	100	5	50	0,1	0,15

Tabulka 9: Potřeba mikrominerálních látek (mg/kg) dle Lebase (2004)

Kategorie (mg/kg)	Cu	I	Fe	Mn	Zn	Co	Se
rostoucí králíci	6	-	50	8	25	-	-
samice v laktaci	10	-	100	12	50	-	-

„-“ = neurčeno

Tabulka 10: Potřeba mikrominerálních látek v mg/kg (Maertens and Luzi, 2004)

Kategorie (mg/kg)	Cu	I	Fe	Mn	Zn	Co	Se
rostoucí králíci	10	0,2	-	8,5	25	0,1	-
samice v laktaci	10	0,2	-	8,5	50	0,1	-

„-“ = neurčeno

Mikrominerální látky jsou králíkům předkládány v krmné dávce v podobě premixů (Lebas, 2004).

Železo (Fe) je hlavním komponentem pro tvorbu pigmentů enzymů a má též transportní funkci (Mateos et al., 2010). Největší podíl železa je v hemoglobinu a myoglobinu, menší část se váže na transportní bílkoviny, hemosiderin, feritin a transferin a zbytek je přítomen v enzimech, které obsahují železo (Frandsen et al., 2009). Mechanismus transportu železa do mléka nebo k plodu bývá například u prasat špatný. Ovšem králíci jsou schopni absorbovat velké množství železa přes placentu, tudíž ho mají po narození dostatečnou rezervu, během laktace je železo v malé míře zajištěno v mléce matky (Mateos et al., 2010). Při nedostatku železa, tedy při nedostatečné syntéze hemoglobinu, dochází k projevu hypochronické anémie, jejímž důsledkem je zpomalený růst (Zeman et al., 2003). Jak vyplývá z výše uvedených tabulek, je potřeba železa mladých králíků 50 mg/kg směsi. Směs pro laktující samice musí obsahovat 100 mg Fe/kg, aby se pokryla potřeba matky i králíčat. Samice, kterým bylo železo ke standardní dávce ještě přidáno, vykazovaly lepší mléčnost a kvalitu mléka než samice s menším podílem železa v krmné dávce (Mateos et al., 2010).

Měď (Cu) je hlavní součástí metaloenzymů (enzymy, jejichž proteiny obsahují kovový vázaný prvek) podílejících se na metabolismu železa, tvorbě kolagenu a formování chlupu, též keratinizaci srsti (Mateos et al., 2010). Rovněž je měď důležitá při krvetvorbě, kde je katalyzátorem zapojení železa do struktury hemu a účastní se na dozrávání erytrocytů (Zeman et al., 2003). Deficit mědi ve výživě způsobuje nevyrovnaný růst, vznik abnormalit na kostech, vznik osteoporózy a anémii. Při přebytku mědi v dietě dochází k její akumulaci v játrech (Mateos et al., 2010). Zeman et al. (2003) uvádějí, že nedostatek mědi způsobuje poruchy plodnosti a to zejména poruchy spojené s ranou embryonální mortalitou. Též konstatuje, že její nedostatek vede k poruchám pigmentace. Doporučená dávka mědi v dietě rostoucích králíků se pohybuje kolem 6 – 10 mg/kg směsi (Mateos et al., 2010).

Mangan (Mn) zastupuje roli koenzymu v metabolismu aminokyselin. Jeho nedostatek způsobuje špatnou konzistenci kostní tkáně, což má za následek křehkost kostí a vznik problémů s končetinami. Obecně je známo, že v negativním slova smyslu ovlivňuje reprodukci zvířat, ovšem u samic králíků není toto potvrzeno (Mateos et al., 2010). Avšak Zeman et al. (2005) konstatují, že nedostatek manganu u samců vede k poruchám reprodukce a způsobuje degeneraci varlat, neplodnost a ztrátu libida. Doporučená dávka pro rostoucí králíky dle Mateose et al. (2010) je 5 – 8,5 mg/kg směsi.

Zinek (Zn) je součástí řady enzymů a účastní se biosyntézy nukleových kyselin. Dále ovlivňuje metabolismus sacharidů, hormonů a podílí se na regulaci imunitního systému. Je rovněž součástí duhovky a zapojuje se do fotochemických procesů souvisejících s viděním (Čermák et al., 2000). Je doporučeno podávat větší dávku zinku do směsi pro zlepšení reprodukčních ukazatelů a produkci kvalitnější kožky. Jeho nedostatek se projevuje slabostí zvířat, zaostalým růstem a úhynem (McNitt et al., 2013). Zastoupení Zn v krmné směsi se pohybuje kolem 25 mg/kg. Z důvodu negativních dopadů zinku na životní prostředí je v rámci Evropské unie povoleno maximální množství 150 mg/kg (Mateos et al., 2010). Lebas (2004) konstatuje, že potřeba zinku pro rostoucí králíky je 25 mg/kg směsi a potřeba samic v laktaci 50 mg/kg směsi.

Obrázek 1: Králík s deficitem zinku v dietě v kontrastu s normálním stavem



Zdroj: https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/nutrition/nutritionslides/slides.HTM

Selen (Se) byl dříve považován za toxický, ale později byl jeho negativní dopad na organismus zavržen. Při jeho nedostatku totiž dochází k exsudativní diatézy, která je úzce spojena s hypovitaminózou E (nedostatek vitamínu E) a degeneraci jater (Mateos et al., 2010). Zeman et al. (2003) uvádějí, že je selen v úzké korelaci právě s vitamínem E, přičemž obě tyto látky působí jako růstový faktor a při nedostatku selenu v krmivu vzniká svalová dystrofie. Mateos et al. (2010) doporučuje 0,01 – 0,15 mg Se/kg směsi. Xiccato (1996) zjistil,

že je třeba dodávat selen v množství 0,15 mg/kg krmné směsi jak pro rostoucí králíky, tak pro samice v laktaci. Dokoupilová et al. (2007) konstatují, že doplnění selenu má omezený potenciál pro zlepšení stavu oxidační stability králíčího masa.

Jód (I) je hlavním komponentem hormonů štítné žlázy, které regulují energetický metabolismus živočichů (Mateos et al., 2010). Jód je také velmi důležitý pro tvorbu thyroxinu, který ho na sebe váže (Zeman et al., 2003). V literatuře nejsou uváděny žádné požadavky králíků na jód pro jakoukoli kategorii (Mateos et al., 2010). Jeho nedostatek se projevuje zvětšením štítné žlázy (struma). Výskyt tohoto onemocnění se snižuje s přítomností goitrogenů v dietě. Goitrogeny jsou obsaženy například v zelí, tuřínu nebo v semenech řepky. Přidáním těchto komponentů do krmných směsí se automaticky snižuje výskyt zvětšení štítných žláz v populaci. Doporučená dávka jódu v krmné směsi je odhadována na 0,2 – 1,1 mg/kg (Mateos et al., 2010). Zeman et al. (2003) doporučují dávkování jódu na 0,2 mg/kg sušiny. Xiccato (1996) uvádí, že jeho zastoupení v kilogramu směsi by mělo činit 0,2 mg.

Kobalt (Co) a jeho potřeba bývá pro nepřežvýkavé druhy zvířat často přeceňována. Jedinou jeho rolí, kterou zasahuje do metabolismu organismu je, že je součástí vitamínu B₁₂ a z tohoto důvodu jsou příznaky z nedostatku jednoho z nich velmi podobné. U králíků je tvorba vitamínu B₁₂ pravděpodobně závislá na přítomnosti kobaltu v dietě. Doporučená dávka kobaltu v krmné směsi je kolem 0 – 0,25 mg/kg (Mateos et al., 2010). Zeman et al. (2003) udávají, že je třeba 0,25 mg Co/kg směsi.

3.1.2.4 Vitaminy

Vitaminy jsou biokatalyzátory nemající stavební ani energetickou funkci. Pro organismus jsou ale nepostradatelné a tedy jsou i nedílnou součástí krmných směsí králíků (McNitt et al., 2013). Z chemického hlediska se rozeznávají vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitaminy rozpustné ve vodě, vitaminy B – komplexu a vitamin C (Frandsen et al., 2009). Podle Winkelmann (2006) má vitamin K u králíků význam pouze za určitých podmínek.

Nedostatek vitamínů (hypovitaminóza) způsobuje poruchy látkové výměny a jejich nadbytek (hypervitaminóza) působí toxicky (Skřivanová, 2004).

Tabulka 11: Potřeba vitaminů u rostoucích králíků a samic v laktaci (Xiccato, 1996)

Vitamin	Rostoucí králíci	Samice v laktaci
vitamin A (mIU)	6	10
vitamin D (mIU)	0,8	1
vitamin E (ppm)	30	50
vitamin K (ppm)	2	2
niacin (vit. B ₃) (ppm)	50	50
pyridoxin (ppm)	2	2
thiamin (vit. B ₁) (ppm)	2	2
riboflavin (vit. B ₂) (ppm)	6	6
kys. listová (vit. B ₉) (ppm)	5	5
kys. panthotenová (vit. B ₅)	20	20
kyankokobalamin (vit. B ₁₂) (ppb)	10	10
Cholin (mg)	50	100
biotin (vit. B ₇ , vit. H) (ppb)	200	200

(uvedeno v jednotkách ppm – „parts per milion“, mIU – „milion mezinárodních jednotek“, mg – miligram, ppb – „parts per billion“)

Přepočet mezinárodních jednotek (m. j) například u vitaminu A dle Zelenky et al. (2003) vypadá tak, že 3333 m. j = 1 mg.

3.1.2.5 Voda

Voda se úzce pojí se všemi metabolickými funkcemi, přičemž její úbytek v množství 1/10 způsobuje úhyn (Rafay et al., 1993). Je tedy jednou z nejdůležitějších složek výživy a měla by být předkládána v takové míře, aby byla zvířata schopna uspokojit své potřeby a pokrýt ztráty vody spojené s dýcháním, močením a kálením. Rafay et al. (1993) konstatuje, že denní potřeba vody pro odstavená králíčata se pohybuje kolem 20 – 50 ml. Pro intenzivně vykrmované králíky brojlerového typu ve 3 měsících věku uvádí potřebu vody kolem 150 ml.

V rámci dodávání vody (s ohledem na obsah proteinu a vlákniny), jakožto součásti zelených částí rostlin a sukulentů, doporučuje McNitt et al. (2013) zkrmovat v malochovech plodiny či rostliny bohaté na vodu a jiné živiny.

Tabulka 12: Zastoupení vody, bílkovin a vlákniny u vybraných rostlin či plodin (McNitt et al., 2013)

	Voda (%)	Bílkoviny (%)	Vláknina (%)
jablko	82,1	0,5	1,3
fazolové listy	71,2	5,2	3,3
zelí	90,4	2	1
mrkev	87,1	1,3	1,2
celer	94,1	0,9	0,6
salát hlávkový	94,6	1,2	0,6
tuřín	91	1,1	1

3.2 Vlákna

Z rostlinného hlediska se termínem „vlákna“ označují požitelné části rostlin a analogy sacharidů, které jsou rezistentní k trávení, a jejich vstřebávání není v tenkém střevě, přičemž se částečně fermentují ve střevě tlustém (Gordon and Toshinao, 2008). Gidenne et al. (2010a) konstatuje, že za vlákninu považuje složky krmiva, které jsou rezistentní k trávení enzymů a absorpci. Tímto tvrzením považuje za vlákninu celulózu, hemicelulózy, pektiny, ligniny, kutiny, rezistentní škroby, oligosacharidy, fruktanty a protein vázaný k buněčným stěnám.

Z chemického hlediska je vlákna složitým komplexem látek rostlinného původu, které se od sebe vzájemně liší svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Většina těchto látek patří mezi strukturální polysacharidy, které představují hmotu buněčných stěn rostlin (Gordon and Toshinao, 2008). Tyto stěny jsou tvořeny především z neškrobových polysacharidů, s výjimkou ligninu, který je dle Gidenneho et al. (2010a) vázán na hemicelulózy (v krmivech králíků pocházejí především z cukrovarských řízků a buněčných stěn cereálií) a celulózu. Jeho součástí je kutin a společně tvoří acido – detergentní lignin.

Vlákna je jednou z hlavních složek krmiva komerčního chovu králíků a v závislosti na provedené analytické metodě se pohybuje v rozmezí od 150 do 500 g/kg krmiva. Z tohoto důvodu musí být její hodnocení provedeno co nejprecizněji, v souvislosti s jejím vlivem na samotné trávení a pochody gastrointestinálního traktu. Její nedostatečné množství v krmivu následně zapříčiňuje poruchy různého druhu (Gidenne et al., 2010a).

3.2.1 Složky vlákninového komplexu

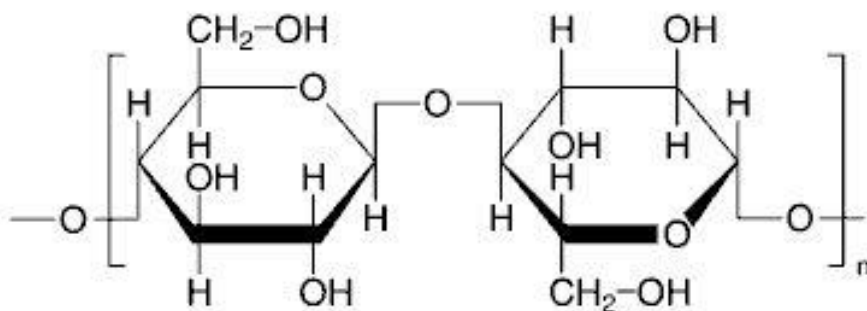
Vlákninový komplex se skládá z pektinových látek, hemicelulózy, celulózy, ligninu a kutinu.

3.2.1.1 Celulóza

Celulóza je strukturální polysacharid. Její stavební jednotkou je disacharid celobióza, která je tvořena dvěma molekulami β – d – glukopyranózy, spojených v poloze 1 – 4 (Kodíček et al., 2015). Lutonská and Pichl (1983) konstatuje, že jednotlivé molekuly celulózy tvoří vlákna, která jsou zčásti pravidelná, zčásti volně uspořádaná a vytvářejí mikrofibrily, které po vzájemném spojení tvoří fibrily, jež jsou základní složkou výše zmiňovaných buněčných stěn rostlin a dřevin. Celulóza vytváří ve stěnách rostlinných buněk porézní pletivo se spojitými ultramikroskopickými dutinkami, ve kterých jsou lokalizovány další amorfní složky buněčných stěn, mezi které patří hemicelulózy, lignin a další.

Celulóza je nerozpustná ve vodě, i zředěných kyselinách a organických rozpouštědlech, hydrolyzovat se začne až v koncentrovaném kyselém prostředí. Typickými rozpouštědly jsou hydroxid měďnatý a alkalický roztok sirouhlíku (Gordon and Toshinao, 2008). V přírodě je celulóza nejrozšířenější organickou sloučeninou, která je zastoupena nejen v buněčných stěnách vyšších rostlin, ale nachází se i v houbách, zelených řasách nebo i ve stěnách některých jednoduchých mořských živočichů (Velíšek et al., 2009).

Obrázek 2: Celulóza



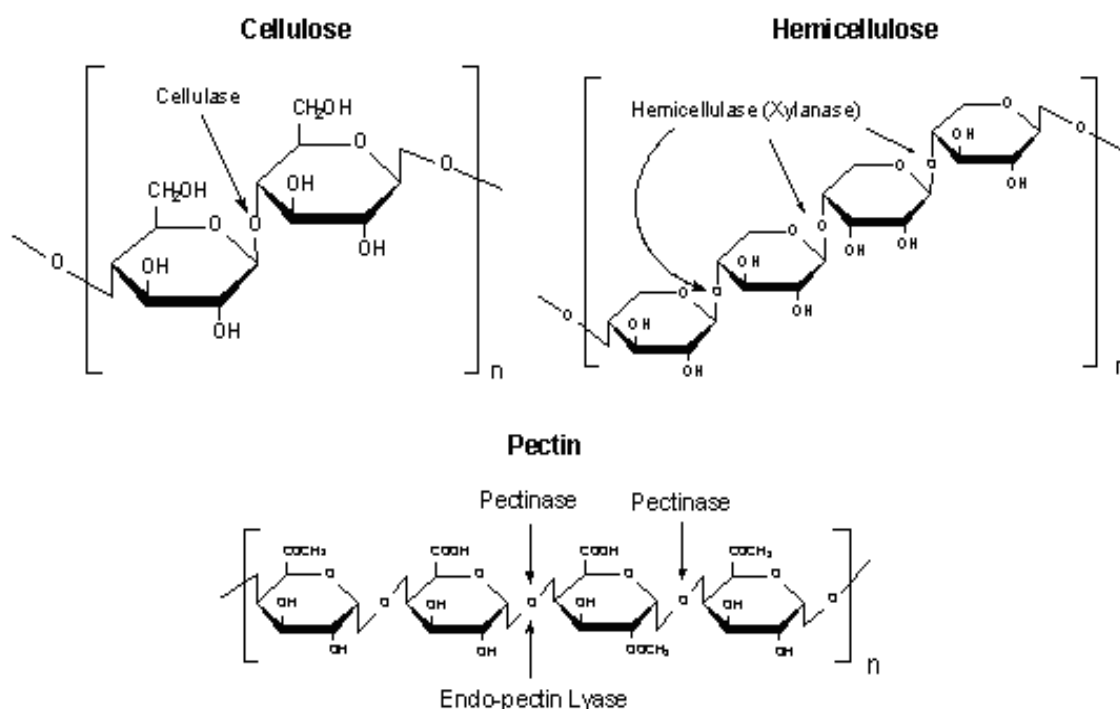
Zdroj: <https://leporelo.info/celulosa>

3.2.1.2 Hemicelulózy

Jedná se o alkalicky rozpustné lineární polysacharidy makromolekulární povahy, které spolu s ligninem zasahují do celulóзовého skeletu buněčných stěn a skládají

se z jednodušších sacharidů. Mezi ty patří, d – xylóza, d – manóza, d – glukóza, l – arabinóza a kyselina metyl – d – glukurónová, z méně zastoupených pak l – ramnóza, l – fruktóza a některé metylestery neutrálních sacharidů. Tyto jednotky jsou mezi sebou navzájem pospojované pomocí glykosidických vazeb (Lutonská and Pichl, 1983). Dle Velíška et al. (2009) se hemicelulózy dělí podle sacharidové složky, na kterou se rozpadají při hydrolyze na pentozany a hexózany, případně na hexapentózany a penta-hexózany. V přírodě se nejvíce podílejí na stavbě rostlinných pletiv.

Obrázek 3: Celulóza, hemicelulóza, pektin



Zdroj: <http://www.sigmaaldrich.com/life-science/metabolomics/enzyme-explorer/learning-center/lysing-enzymes.html>

3.2.1.3 Pektinové látky

Pektinové látky se svou strukturou podobají celulóze a řadí se mezi vysokomolekulární biopolymery. Velíšek et al. (2009) udávají, že se tyto látky nalézají v pletivech vyšších rostlin, kde jsou součástí stěn a mezibuněčných prostor. Gidenne (2003) udává, že jejich podstatou je kyselina pektinová, která se skládá z d – galakturónových kyselin. Ty jsou navzájem propojeny pomocí glykosidických vazeb 1 – 4 do makromolekulárních řetězců. Pektin se získá po částečné esterifikaci kyseliny pektinové metanolem.

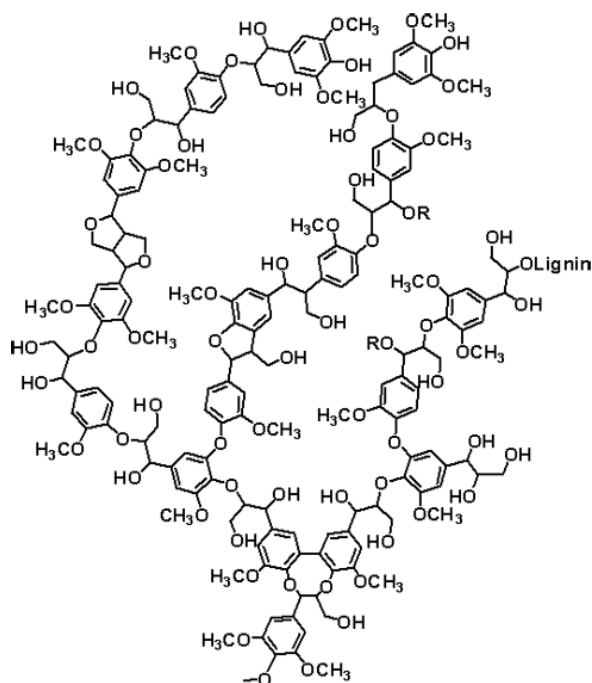
Co se rozpustnosti týče, je podíl vodorozpustných pektinů závislý na stupni ontogeneze rostlinného materiálu. Lutonská and Pichl (1983) například uvádějí, že jeho rozpustnost v plodech se zvyšuje dozráváním. Ta část, která je ve vodě nerozpustná, se nazývá protopektin. S postupující ontogenezí přechází protopektin na rozpustný pektin. Funkcí pektinových látek je oporná/stavební role v buněčných stěnách rostlin.

3.2.1.4 Lignin

Tato látka se rovněž, jako předchozí části celulóзовého komplexu, nachází v buněčných stěnách rostlin, kde zastává podpůrnou funkci. Z chemického hlediska je to aromatický kopolymer fenylypropanových jednotek, který se váže na hemicelulózy a částečně též na celulózu. Z krmivářského hlediska je lignin důležitou složkou celulóзовého komplexu, jelikož velmi ovlivňuje nutriční hodnotu krmiva (Gidenne, 2003).

Lutonská and Pichl (1983) uvádějí, že ve vegetativních částech rostlin může obsah ligninu kolísat mezi 25 – 44 %. Též konstatuje, že obsah ligninu rovnoměrně stoupá při zvýšené dávce dusíkatých hnojiv. S ligninem se zvyšuje též obsah polysacharidů.

Obrázek 4: Lignin



Zdroj: <http://www.icfar.ca/lignoworks/content/what-lignin.html>

Z krmivářského hlediska je lignin důležitou složkou celulóзовého komplexu, jelikož velmi ovlivňuje nutriční hodnotu krmiva. Podíl ligninu totiž se stářím rostliny stoupá.

Lutonská and Pichl (1983) konstatují, že například mladý porost kostřavy luční obsahuje 4,30 % ligninu z celkové sušiny, ovšem v období, kdy je porost ve fázi sběru, je tato hodnota 9,28 %.

Jednotlivé části vlákninového komplexu spolu tvoří větší celky, tedy lignin a kutin spolu tvoří acido – detergentní lignin (ADL). Hrubá vláknina (CF) je tvořena hemicelulózami, celulózu a acido – detergentním ligninem (Lutonská and Pichl, 1983). Acido – detergentní vláknina (ADF) je ta část komplexu, která sestává z hrubé vlákniny a acido – detergentního ligninu (Koukolová and Homolka, 2008). Neutrálně – detergentní vláknina (NDF), neboli vláknina potravy/krmiva je soubor hrubé vlákniny a acido – detergentní vlákniny.

3.2.2 Trávení vlákniny

Vláknina, je hlavním komponentem krmné dávky králíků a tvoří 40 – 50 % jejich celkové výživy. Má vliv na rychlost průchodu tráveniny a funkčnost trávicí trubice. Též je substrátem pro mikroflóru. Všechny tyto faktory mají vliv na celkový zdravotní stav králíků (Gidenne et al., 2010a).

Trávení je proces degradace složitějších látek na látky jednodušší, tedy látek vstřebatelných z trávicího ústrojí (Frandsen et al., 2009). Vláknina je u králíků trávena prostřednictvím mikrobiální fermentace, ke které dochází ve slepém střevě (Gidenne, 2003). Volek (2015) konstatuje, že stravitelnost jednotlivých frakcí vlákniny se pohybuje mezi 10 – 76 %. Též uvádí, že se přednostně fermentují ty frakce vlákniny, jež mají ve slepém střevě delší dobu zadržení. To jsou jemné částičky tráveniny o velikosti <0,3 mm, rozpustná vláknina a některé endogenní látky.

Gidenne et al. (2010a) udávají, že stravitelnost jednotlivých frakcí vlákniny se do značné míry liší. Pro hrubou vlákninu platí koeficient stravitelnosti od 0,07 do 0,19. Stravitelnost NDF je pak kolem 0,05 – 0,43. Volek (2015) doplňuje, že stravitelnost NDF se zvyšuje se vzrůstajícím počtem jemných částic a tím roste i acidita, váha obsahu slepého střeva, doba fermentace a recyklace mikrobiálního proteinu prostřednictvím cékotrofie. Nejvíce stravitelná je pak ta část vlákniny, která obsahuje pektinové složky.

Tabulka 13: Stravitelnost neutrálně – detergentní vlákniny (NDF) vybraných rostlin, vyjádřená koeficientem stravitelnosti (Gidenne et al., 2010a)

Krmná složka	Koeficient stravitelnosti
vysušená vojtěška	0,15 - 0,18
vojtěškové seno	0,175 - 0,276
řepné řízky	0,845
papriková moučka	0,351
sojové lusky	0,282
slunečnicové slupky	0,1
ječná sláma	0,167

Mikrobiální populace tlustého střeva secernuje enzymy schopné hydrolyzovat hlavní části vlákniny. V několika studiích bylo zjištěno, že je enzymatická aktivita větší při degradaci pektinu a hemicelulóz než pro degradaci celulózy. Tyto výsledky pak korespondují se studií, která uvádí, že počet celulotických bakterií, je proti výskytu pektinolytických a xylnolytických o poznání menší (Gidenne et al., 2010a).

3.2.3 Význam vlákniny ve výživě králíků

Vláknina má význam jak z hlediska dietetického, nutričního, tak z hlediska lepší funkčnosti trávicího traktu s ohledem na celkové zdraví králíků. Její další výhodou a důležitou rolí v dietě je prevence trávicích poruch (Volek, 2015).

Celulotické mikrofibrily jsou pomaleji hydrolyzovány enzymy hostitelských mikroorganismů, přítomných v těle živočichů, které se skládají hlavně z bakterií a prvoků v druhové rozdílnosti v přímé závislosti na živočišném druhu. Naopak amorfní složka buněčné stěny, tvořená převážně hemicelulózami a pektinem, je mnohem více hydrolyzovaná a více podléhá fermentaci. Lignin je výjimkou, jelikož je z větší části nestravitelný, a to díky své polyfenolické struktuře. Ta není hydrolyzovaná bakteriální florou domestikovaných zvířat. Tyto skutečnosti jsou také prokázány u králíků, jelikož trávení celulóзовého celku je mnohem horší, než trávení hemicelulóz (Gidenne, 2003).

Málo stravitelná vláknina (celulóza a lignin) má pozitivní vliv na prevenci trávicích poruch. Gidenne (2003) popisují ve svém experimentu, že při snížení obsahu celulózy a ligninu z 19 na 15 % se zvýšil index zdravotního rizika z 18 na 28 %. Tento index je sumou mortality a morbidity. Nejčastěji docházelo k poruchám trávení s fatálními následky a následným úhynem zvířat.

Tabulka 14: Koeficient stravitelnosti jednotlivých frakcí vlákninového komplexu (%) u rostoucích králíků (Gidenne, 2003)

Frakce vlákninového komplexu	Průměrná hodnota	Rozsah
ADL	10 – 15	-13 - + 50
celulóza (ADF - ADL)	15 – 18	4 – 37
hemicelulóza (NDF - ADF)	25 – 35	11 – 60
uronové kyseliny (ve vodě rozpustné i nerozpustné)	70 – 76	30 – 85

Málo stravitelná vláknina (celulóza a lignin) má pozitivní vliv na prevenci trávicích poruch. Gidenne (2003) popisují ve svém experimentu, že při snížení obsahu celulózy a ligninu z 19 na 15 % se zvýšil index zdravotního rizika z 18 na 28 %. Tento index je soumou mortality a morbidity. Nejčastěji docházelo k poruchám trávení s fatálními následky a následným úhynem zvířat.

Obsah ligninu v krmivech pro rostoucí králíky je doporučen kolem 5 – 7 g na den a obsah celulózy 11 – 12 g na den (Volek, 2015). Volek (2015) dále popisuje, že lignin je v této souvislosti s celulózou v úzké korelaci a je-li jeho poměr k celulóze nižší než 0,4, snižuje se rychlost růstu a objevují se trávicí potíže. Lignin totiž urychluje průchod chymu slepým střevem a tračníkem.

Dalším ukazatelem pozitivních účinků na trávicí pochody je dle Gidenneho (2003) obsah snadno stravitelné vlákniny (NDF – ADF), tedy hemicelulózy a k nim přiřazeného nerozpustného pektinu. Snadno stravitelná vláknina je substrátem pro mikroflóru a podporuje fermentační procesy.

Tabulka 15: Potřeba vlákniny a škrobu pro rostoucí králíky v g/kg (Gidenne, 2003)

	Králíčata po odstavu (do 45 dnů věku)	Konec výkrmu (od 45 dnů věku)
ADF (lignin a celulóza)	≥ 190	≥ 170
ADL	≥ 55	≥ 50
celulóza (ADF - ADL)	≥ 130	≥ 110
poměr lignin:celulóza	> 0,40	> 0,40
hemicelulózy (NDF - ADF)	> 120	> 100
stravitelná vláknina/ADF	≤ 1,3	≤ 1,3
škrob	< 140	≤ 180

(uvedeno v g/kg a upraveno vzhledem k obsahu sušiny 900 g/kg)

Jak je zřejmé z výše uvedené tabulky, je doporučeno dávkovat stravitelnou vlákninu ve vztahu k ADF a to v poměru ≤ 1,3.

Tabulka 16: Doporučený obsah celkové vlákniny v krmné směsi v % (Skřivanová, 2004)

Kategorie	Obsah celkové vlákniny v krmné směsi (%)
výkrm	14 - 17
samice březí	14 - 15
samice kojící	10 - 15
chov	16 - 19

Tabulka 17: Doporučený obsah vlákniny v krmné směsi v komerčních chovech v % (McNitt et al., 2000)

Složka	Samice v produkci	Odstavená králíčata	Výkrm
CF	> 11,5	> 15,5	> 14,5
ADF	> 15	> 20	> 18,5

Tabulka 18: Vlákňinové složení vybraných krmných komponent se zaměřením na výživu rostoucích králíků (g/kg krmné dávky) (Gidenne, 2003)

	NDF	ADF	ADL	WIP
vojtěšková moučka	418	326	73	68
travní moučky	460	260	50	45
pšeničné otruby	405	118	35	29
pšeničná sláma	750	474	80	22
cukrovarské řízky	428	212	18	250
citrusová dřev	220	155	16	120
hroznové výlisky	560	480	300	70
sojové slupky	588	426	21	92
slunečnicové slupky	693	562	202	100
kakaové slupky	390	300	140	30
hroznové semínko	730	650	550	20
řepkové slupky	563	400	190	125
sojová moučka	124	65	5	66
slunečnicová moučka	383	270	90	65
řepková moučka	277	189	86	100
kukuřičná glutanová moučka	312	94	12	50
celá zrna				
soja	117	73	8	60
hrách	120	70	4	46
lupina bílá	210	155	15	105
fazol	123	89	8	21
oves	280	135	22	11
ječmen	175	55	9	6
pšenice	110	31	9	5
kukuřice	95	25	5	7

(NDF = neutrálně – detergentní vláknina, ADF = acido – detergentní vláknina, ADL = acido – detergentní lignin, WIP = water insoluble pectins (ve vodě nerozpustné pektiny))

Tabulka 19: Vlákňinové složení vybraných krmných komponent (pokračování k „Tabulka 18“) se zaměřením na výživu rostoucích králíků (g/kg krmné dávky) (Gidenne, 2003)

	iUA	DgF	CF	CP
vojtěšková moučka	55	160	261	153
travní moučky	22	245	225	150
pšeničné otruby	13	316	95	150
pšeničná sláma	20	298	395	36
cukrovarské řízky	190	466	180	90
citrusová dřev	80	185	133	59
hroznové výlisky	45	150	280	117
sojové slupky	60	254	355	122
slunečnicové slupky	75	231	468	54
kakaové slupky	20	120	183	164
hroznové semínko	15	100	441	99
řepkové slupky	79	288	324	171
sojová moučka	25	125	50	468
slunečnicová moučka	45	178	225	306
řepková moučka	50	188	121	361
kukuřičná glutanová moučka	45	268	78	215
celá zrna				
soja	25	104	56	369
hrách	18	96	57	220
lupina bílá	20	160	128	326
fazol	15	55	77	257
oves	6	156	111	106
ječmen	3	126	46	108
pšenice	3	84	22	108
kukuřice	5	77	19	82

(iUA = insoluble uronic acids (nerozpustné uronové kyseliny), DgF = digestible fibre (hemicelulózy), CF = crude fibre (hrubá vláknina), CP = crude protein (bílkovina))

Význam z pohledu vlákniny a jejich jednotlivých frakcí má náhrada jedné frakce za frakci druhou. Např. byl sledován vliv náhrady škrobu v krmné dávce stravitelnou vlákninou (Gidenne and Jehl, 1995). Do sledování byli zařazeni králíci plemene novozélandský bílý, od odstavu ve věku 28 dnů do porážkové hmotnosti v 72 dnech, krmeni 2 typy krmné směsi.

Tabulka 20: Složení experimentálních směsí A a B v g/kg sušiny (Gidenne and Jehl, 1995)

Krmná složka	Směs A	Směs B
ječmen	208	43
pšenice	208	43
pšeničné otruby	0	270
řepné rízky	0	200
sojová moučka	115	79
slunečnicová moučka	70	54
sušená vojtěška	150	150
pšeničná sláma	80	80
sojové slupky	70	0
moučka z hroznových jader	25	10
řepná melasa	50	50
vitaminy a minerální látky	24	21

Tabulka 21: Chemická analýza experimentálních směsí A a B (g/kg sušiny) (Gidenne and Jehl, 1995)

Složení	Směs A	Směs B
sušina	888	887
popel	70	61
NL	187	186
škrob	266	136
NNCC	292	250
WICW	343	446
NDF	339	390
ADF	200	211
ADL	52	49
celulóza	148	162
hemicelulózy	139	179
pektiny	35	92
BE (MJ/kg sušiny)	18,06	17,98

(*NNCC – Non – nitrogenous cellular content (žádný obsah buněčného dusíku), WICW – water insoluble cell wall (ve vodě nerozpustná buněčná stěna)*)

Směs A byla bohatší na obsah škrobu (266 g škrobu/kg sušiny). Ve směsi B bylo nahrazeno 50 % škrobu stravitelnou vlákninou (271 g hemicelulózy a pektinů/kg sušiny). Hodnota ADF byla podobná (205 g ADF/kg sušiny) a ligninu bylo kolem 50 g/kg sušiny, tzn. poměr škrob: stravitelná vláknina byl 3x nižší ve směsi B, než ve směsi A, která byla bohatá na škrob. Škrob byl dodán pomocí pšenice a ječmene, hemicelulózy a pektiny prostřednictvím pšeničných otrub a řepných řízků. Obě směsi byly zkrmovány ad libitně.

Z výsledků tohoto sledování je patrné, že průměrná spotřeba krmiva v pokusu od 28. do 72. dne věku králíků činila 103 g směsi/den a průměrný denní přírůstek byl 34,3 g/den. V tomto nebyl mezi skupinami výrazný rozdíl. Celková stravitelnost organické hmoty (65,9 %) a NL (73 %) nebyly odlišnostmi ve směsích výrazně ovlivněny. Hodnota SE byla také podobná, ačkoliv bylo 50 % škrobu nahrazeno stravitelnou vlákninou (směs B). Denní množství degradované NDF a hemicelulóz bylo ale o 60 % vyšší ve skupině B (13,6 g NDF/den a 8,3 g hemicelulóz/den), zatímco množství degradovaného škrobu bylo omezeno na 50 % (9,7 g/den).

Tabulka 22: Porovnání naměřených hodnot u obou skupin králíků (Gidenne and Jehl, 1995)

Parametr	Směs (skupina) A	Směs (skupina) B
živá hmotnost v 28 dnech (g)	512	507
živá hmotnost v 72 dnech (g)	1981	2060
průměrný denní přírůstek (g/den)	33,4	35,3
průměrná spotřeba krmiva (g/den)	100,5	106,1
poměr konverze krmiva	3,01	3,02

Tabulka 23: Denní příjem živin (celkem a stravitelných) u obou skupin (g/den sušiny) (Gidenne and Jehl, 1995)

Příjem živin	Směs (skupina) A	Směs (skupina) B
Celkový příjem		
škrob	23,7	12,8
NL	16,7	17,5
WICW	30,6	42
NDF	30,3	36,7
ADF	17,9	19,9
hemicelulózy + pektiny	15,5	25,5
Stravitelné živiny		
energie (kJ/den)	1046	1070
škrob	23,5	12,6
NL	12,8	12,2
NDF	8,3	13,6
ADF	3,2	5,3
hemicelulózy	5,1	8,3

Denní množství degradované vlákniny bylo o 50 % vyšší u skupiny B, ačkoliv byl stravitelný škrob zredukován o 50 %.

Závěrem tohoto sledování je nutné podotknout, že pro měření průměrného denního přírůstku zvířat by bylo potřeba větší vzorek králíků, ačkoliv se hodnoty u směsi bohaté na vlákninu zdají být trochu lepší. NL byly rovněž dobře stráveny u obou skupin králíků. Oba typy směsí byly králíky využity, což ukazuje, že je možné nahradit 50 % stravitelného škrobu jiným doplňkem, v tomto případě stravitelnou vlákninou (Gidenne and Jehl, 1995).

3.2.4 Metody sloužící k odhadu zastoupení jednotlivých frakcí vlákniny

Ve výživě králíků je nezbytně nutné správně odhadnout zastoupení jednotlivých frakcí vlákniny, jelikož deficit vlákniny v krmivu může vést k vážným zdravotním komplikacím, průjmovým stavům a úhynům již rostoucích zvířat (Bennegadi et al., 2001). Při zjišťování jednotlivých složek je ve výživě králíků používáno dvou metod. Jde o Weendenskou analýzu a Van Soestův systém stanovení vlákniny (Gidenne and Fortun-Lamonthe, 2002).

Weendenská metoda je jednoduchá, prostá a není finančně nákladná a s její pomocí je stanovována CF. Limitující je pro tuto metodu pouze to, že je CF příliš globálním kritériem čili má nízkou vypovídací hodnotu (Gidenne and Fortun-Lamonthe, 2002). Prakticky je CF

parametrem, jenž zahrnuje zbytky stavebních částí rostlinných buněčných stěn, tedy celulózu, hemicelulózu a lignin. CF je tedy zbytek rostlinného substrátu, který je získán dvoustupňovou hydrolýzou ve slabě kyselém a slabě zásaditém prostředí. V moderních laboratořích, zabývajících se analýzou a hodnocením krmiv, se nepoužívá (Třináctý et al., 2000).

Van Soestův systém stanovení vlákniny poskytuje detailní popis jednotlivých frakcí. Cílem této metody je frakcionovat buněčnou stěnu a získat vláknitá rezidua bez kontaminace bílkovinami díky kombinaci neutrálního a později kyselého prostředí. Největší výhodou této metody je fakt, že jsou díky ní získána tři vláknitá rezidua, jejichž prostřednictvím je možno hodnotit obsah ADL, celulózy (ADF – ADL) a hemicelulózy (NDF – ADF). Nevýhodou ale je, že protein obsažený v NDF může být svým zastoupením hodně variabilní a tvořit tak 1 – 20 % celkové koncentrace NDF. Rovněž může NDF obsahovat zbytky pektinu (Gidenne and Fortun-Lamothe, 2002). Lutonská and Pichl (1983) doplňuje, že je NDF izolována od buněčné stěny po hydrolýze v roztoku pufru při pH 7 a v laurysulfátu sodném v definovaných podmínkách.

4 Závěr

Z hlediska chovu králíků je důležitá jejich výživa, kterou je nutno považovat za zcela klíčovou oblast ovlivňující prosperitu a rentabilitu chovu. Králík je z pohledu výživy a trávení, mezi tradičně chovanými hospodářskými nebo domácími zvířaty, jedinečný svými anatomickými a fyziologickými modifikacemi, které je třeba brát v potaz a přizpůsobit jeho potřebám i formu podávání krmiva, velikost granulí a především složení krmných směsí, kde musíme brát v úvahu nároky králíků na jednotlivé zastoupení živin.

Vláknina je jednou z hlavních složek krmiva komerčního chovu králíků a v závislosti na provedené analytické metodě, se pohybuje v rozmezí od 150 do 500 g/kg krmiva. Z tohoto důvodu musí být její hodnocení provedeno co nejprecizněji, v souvislosti s jejím vlivem na samotné trávení a pochody gastrointestinálního traktu. Velmi důležitou oblastí je hodnocení stravitelnosti jednotlivých frakcí vlákninového komplexu a jejich dopad na zdravotní stav králíků. Nedostatečné množství vlákniny v krmivu totiž zapříčiňuje poruchy různého druhu, jakožto zdravotní poruchy a pokles užitkovosti. Je tedy třeba neustále sledovat nejnovější trendy a studie, týkající se výživy králíků, jelikož se neustále kladou vyšší nároky na jejich užitkovost a tím pádem je nutné se posouvat vpřed i v oblasti krmivářství a výživy, která je pro dosažení těch nejlepších ukazatelů produkce, zcela zásadní.

5 Přehled použité literatury

Bennegadi, N., Gidenne, T., Licois, L. 2001. Impact of fibre deficiency and sanitary status on non – specific enteropathy of the growing rabbit. *Anim. Res.* 50. 401-413.

Carabaño, R. 1998. The Digestive System of The Rabbit. In: de Blas, C., Wiseman, J. 1998. The nutrition of the rabbit. CABI. New York. p. 1-17. ISBN 085199279X.

Carabaño, R., Piquer, J., Menoyo, D., Badiola, I. 2010. The Digestive System of the Rabbit. In: de Blas, C., Wiseman, J. 2010. Nutrition of the rabbit. CABI. Cambridge. 2nd ed. p. 1-18. ISBN 9781845936693.

Castellini, C., Dal Bosco, A., Cardinali, R. 2006. Long term effect of post – weaning rhythm on the body fat and performance of rabbit does. *Reproduction Nutrition Development.* 46. 195-204.

Čermák, B., Kadlec, J., Mudřík, Z., Lád, F., Suchý, P., Šoch, M., Zeman, L. 2000. Základy výživy a krmení hospodářských zvířat. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 165 s. ISBN 80-7040-422-1.

Dokoupilová, A., Marounek, M., Skřivanová, V., Březina P. 2007. Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast. *Czech Journal of Animal Science.* 52. 165-169.

Dousek, J. 1994. Základy anatomie a fyziologie. In: Dousek, J., Jedlička Z., Jelínek, A., Lacina, L., Mach, K., Zadina, J. 1994. Chov králíků pro masnou produkci. NATURAL s.r.o., APROS. Praha. 174 s.

Fournier, A. 2006. Chováme králíky. Víkend. Praha. 89 s. ISBN: 80-86891-35-6

Fraga, M. J. 1998. Protein requirements. In: de Blas, C., Wiseman, J. 1998. The nutrition of the rabbit. CABI. New York. p. 133-144. ISBN 085199279X.

Frandsen, R. D., Wilke, L. W., Fails, A. D. 2009 Anatomy and physiology of farm animals. Wiley-Blackwell. Ames. Iowa. 7th ed. p. 335-376. ISBN 0813813948.

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

Gidenne, T., Carabaño, R., Garcia, J., de Blas, C. 2010a. Fibre digestion. In: de Blas, C., Wiseman, J. 2010. *Nutrition of the rabbit*. CABI. Cambridge. 2nd ed. p. 66-83. ISBN 9781845936693.

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

Gidenne, T., Garcia, J., Lebas, F., Licois, D. 2010b. Nutrition and feeding strategy: Interactions with Pathology. In: de Blas, C., Wiseman, J. 2010. *Nutrition of the rabbit*. CABI. Cambridge. 2nd ed. p. 179-199. ISBN 9781845936693.

Gidenne, T., Jehl, N. 1995. Replacement of starch by digestible fibre in the feed for growing rabbit. *Animal Feed Science Technology*. 61. 183-192.

Gordon, D. T., Toshinao, G. 2008. Dietary fiber: an international perspective for harmonization of health benefits and energy values. AACC International. St. Paul. Minn. p. 219. ISBN 9781891127601.

Kodíček, M., Valentová, O., Hynek, R. 2015. *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Praha. 406 s. ISBN 9788070809273.

Koukolová, V., Homolka, P. 2008. Hodnocení stravitelnosti neutrálně-detergentní vlákniny ve výživě skotu. *Metodika*. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 30 s. ISBN 9788074030161.

Lebas, F. 2004. Reflections on rabbit nutrition with special emphasis on feed ingredients utilization. In: Proceedings of the 8th World Rabbit Congress. September 7-10. Puebla. Mexico. p. 686-735.

Lutonská, P., Pichl, I. 1983. Vlákna (chemické zloženie, metódy stanovenia, význam vo výžive). Príroda. Edícia Ministerstva poľnohospodárstva a výživy Slovenskej socialistickej republiky. Bratislava. s. 10-45.

Maertens, L., Luzi, F. 2004. I fabbisogni alimentary del coniglio de carne. Conigliocoltura. 45. 20-24.

Mateos, G . G., de Blas, C. 1998. Minerals, vitamins and additives. In: The nutrition of the rabbit. CABI. New York. p. 145-176. ISBN 085199279X.

Mateos, G . G., de Blas, C., Rebollar, P. G. 2010. Minerals, vitamins and additives. In: Nutrition of the rabbit. CABI. Cambridge. 2nd ed. p. 119-150. ISBN 9781845936693.

McNitt, J. I., Patton, N. M., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. 2000. Rabbit production. CABI. Wallingford. 8th ed. p. 492. ISBN: 978-1-84593-944-1.

McNitt, J. I., Patton, N. M., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. 2013. Rabbit production. CABI. Wallingford. 9th ed. p. 300. ISBN: 978-1-780640-112

Moughan, P. J., Schultze, W. H., Smith, W. C. 1988. Amino acid requirements of the growing meat rabbit, Animal Production. 47. 297-301.

Perez, J. M., Lebas, F., Gidenne, T., Maertens, L., Xiccato, G., Parigi Bini, R., Dalle Zotte, A., Cossu, M. E., Carazzolo, A., Villamide, M.J., Carabano, R., Fraga, M. J., Ramos, M.A., Cervera, C., Blas, E., Fernandez, J., Falcao e Cunha, L. and Bengala Freire, J. 1995. European reference method for *in vivo* determination of diet digestibility in rabbits. World Rabbit Science. 3. 41-46.

Rafay, J., Barlík, D., Bernát, J., Malík, B. 1993. Intenzívny chov brojlerových králikov. Animapress. s. 20-38. ISBN 80-85567-01-6.

Skřivanová, V., 2004. Výživa a krmení králíků. In: Zadina, J., Hejlíček K., Mach, K., Majzlík, I., Skřivanová, V. 2004. Chov králíků. Brázda. Praha. s. 81-100. ISBN: 80-209-0325-9.

Stupka, R., Čítek, J., Fantová, M., Ledvinka, Z., Navrátil, J., Nohejlová, L., Stádník, L., Šprysl, M., Štolc, L., Vacek, M., Zita, L. 2013 Chov zvířat. PowerPrint. Praha. s. 108-109. ISBN: 978-80-87415-66-5.

Třináctý, J., Richter, M., Pavelková, L., Pavelek, L., Harazim, J. 2000. Vývoj metod hodnocení vlákninového komplexu krmiv a degradace škrobu, ADF a NDF u jetelové a kukuřičné siláže v bachoru. In: Sborník z mezinárodní vědecké konference „Stanovení využitelnosti živin u přežvýkavců“. ÚKZÚZ v Brně. Regionální oddělení krmiv Opava. s. 69-70.

Velíšek, J., Hajšlová, J., Cuhrová, J. 2009. Chemie potravin. OSSIS. Tábor. 3. vydání. 590 s. ISBN 9788086659176.

Volek, Z. 2015. Základy faremního chovu brojlerových králíků. Vědecká monografie. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 111 s. ISBN 9788073945060.

Vyskočil, I., Zeman, L., Kratochvílová, P., Večerek, M., Vašátková, A. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 42. s. ISBN 9788073752187.

Winkelmann, J. 2006. Kaninchenkrankheiten. Verlag Eugen Ulmer. p. 112. ISBN 9783800142309.

Xiccato, G. 1996. Nutrition of lactating does. In: Proceedings of the 6th World Rabbit Congress. July 9-12. Toulouse. France. p. 175-180.

Xiccato, G., Trocino, A. 2010. Energy and Protein Metabolism and Requirements. In: Nutrition of the rabbit. CABI. Cambridge. 2nd ed. p. 83-111. ISBN 9781845936693.

Zadina, J. 2004. Anatomie a fyziologie králíků. In: Zadina, J., Hejlíček K., Mach, K., Majzlík, I., Skřivanová, V. 2004. Chov králíků. Brázda. Praha. s. 7-9. ISBN 80-209-0325-9.

Zelenka, J., Zeman, L., Kopriva, A. 2003. Výživa a krmení hospodářských zvířat III. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 2. vydání. s. 360-365 ISBN 8071576417.

Zelenka, J. 2014. Výživa a krmení drůbeže. Agriprint. Olomouc. s. 16-36. ISBN 9788087091531.

Zeman, L., Skřivanová, V., Volek, Z. 2003. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty pro králíky. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 62 s. ISBN 80-71557-747-2.

Zeman, L., Skřivanová, V., Volek, Z., Klapil, L., Klecker, D. 2005. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty pro králíky. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 62 s. ISBN: 80-7157-836-3.