

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Čirok cukrový jako krmný komponent v kompletní krmné
směsi pro vykrmované králíky**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Martina Lajerová

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Čiřok cukrový jako krmný komponent v kompletní krmné směsi pro vykrmované králíky" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Bc. Martina Lajerová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za odbornou pomoc a cenné rady. Dále Ing. Ivu Doskočilovi za pomoc v laboratorním prostředí. Samozřejmě děkuji rodině za psychickou a morální podporu.

Čirok cukrový jako krmný komponent v kompletní krmné směsi pro vykrmované králíky

Souhrn

Literární část diplomové práce se zabývá výživou králíků, jejich trávicí soustavou, trávením živin, cekotrofií, nutričními požadavky a přehledem vhodných krmiv. Druhá část rešerše popisuje čirok obecný, jeho charakteristiku, obsažené nutriční látky a jeho využití jako krmného komponentu v kompletních krmných směsích.

Praktická část diplomové práce hodnotí vhodnost sušených rostlin čiroku cukrového jako krmného komponentu s nízkým obsahem škrobu pro králíky. Cílem práce bylo zjištění nutriční hodnoty čiroku cukrového jako krmného komponentu ve výživě brojlerových králíků. Usušená a rozemletá zelená hmota čiroku cukrového byla zařazena ve dvou hladinách (10 % a 18 %) do pokusných kompletních krmných směsí pro vykrmované brojlerové králíky Hyla.

Kompletní krmné směsi byly sestaveny na základě nutričních požadavků králíků v období výkrmu. Do experimentu bylo zařazeno 27 zvířat, která byla zvážena a po dobu pokusu monitorována. V průběhu pokusu byly sledovány parametry výkrmnosti (přírůstek, konverze krmiva). Na základě analýz krmiv a výkalů byla určena bilanční stravitelnost vybraných živin. Bilanční stravitelnost byla spočítána jako rozdíl obsahu živin v krmivu a v tuhých výkalech, vyjádřena koeficientem stravitelnosti (v %).

Nejlepších hodnot bilanční stravitelnosti dosahovala kontrolní směs „K“, ovšem zvířata prospívala a dobře rostla i při zkrmování pokusných směsí „C+10“ a „C+18“ se zastoupením sušené zelené hmoty čiroku. Na základě bilančního pokusu nebylo možné vyvrátit hypotézu, že čirok cukrový je vhodným komponentem do kompletních krmných směsí pro vykrmované králíky.

Klíčová slova: králík, odstav, výkrm, čirok

Sweet sorghum as a feed component in the complete feed mixtures for fattened rabbits

Summary

The literary part of the thesis deals with the nutrition of rabbits, their digestive system, nutrients, caecotrophy, nutritional requirements and an overview of suitable feed. The second part of the review describes sorghum, its characteristics, nutritional substances and its use as a feed component in the complete feed mixtures.

The experimental part includes evaluating the appropriateness of dried plant sorghum as a feed component with low starch for rabbits. The aim of the study was to determine the nutritional value of sorghum as a feed component in the diet of broiler rabbits.

Dried and milled green mass sorghum was included in two levels (10% and 18%) in the experimental compound feed for fattened Hyla rabbits.

Complete feed mixtures have been compiled, based on the nutritional requirements of rabbits in the fattening period. It was administered to 27 animals (9 per group), they were weighed and monitored during the experiment. During the experiment were monitored parameters of fattening (growth, feed conversion). Based on analyses of feed and feces was determined by total digestible nutrients selected. Balance digestibility was calculated as the difference between the nutrient content of the feed and the solid feces, expressed by digestibility coefficient (%).

The best values in the balance sheet amounted to digestibility of the control mixture „K“. However, the animals thrived and grew well even when fed experimental mixtures „C+10“ and „C+18“ represented by dried green mass sorghum. On the basis of the nutritional balance examination it was not possible to disprove the hypothesis that sweet sorghum is an appropriate component in complete feed mixtures for fattened rabbits.

Keywords: rabbit, weaning, fattening, sorghum

Obsah

1 Úvod	8
2 Literární rešerše	9
2.1 Výživa králíků	9
2.1.1 Trávicí soustava.....	9
2.1.2 Trávení	12
2.1.3 Cekotrofie	13
2.1.4 Živiny	14
2.1.5 Technologie krmení	23
2.1.6 Krmiva	24
2.1.7 Čírok v krmné dávce.....	26
2.2 Čírok.....	27
2.2.1 Historie a současné využití čiroku.....	27
2.2.2 Klasifikace	28
2.2.3 Morfologie	28
2.2.4 Nutriční hodnota.....	30
2.2.5 Antinutriční látky	33
2.2.6 Ekologické podmínky	34
2.2.7 Sklizeň a zpracování	35
2.2.8 Varianty čiroku.....	35
2.2.9 Čírok cukrový	36
3 Cíl práce	38
4 Materiál a metodika	39
4.1 Předmět sledování	39
4.2 Schéma pokusu	39
4.3 Složení krmných směsí	40
4.4 Metodika analýz.....	40
4.5 Výpočty.....	44
4.6 Vyhodnocení výsledků.....	45
5 Výsledky.....	46
5.1 Parametry výkrmnosti	46
5.2 Obsah základních nutričních charakteristik v krmných směsích.....	46
5.3 Obsah živin ve výkalech.....	47
5.4 Stravitelnost živin.....	48
5.5 Statistická data.....	49

5.5.1	Bilance stravitelnosti krmných směsí	50
5.5.2	Popeloviny.....	53
5.5.3	Dusíkaté látky.....	53
5.5.4	Tuk.....	53
5.5.5	Hrubá vláknina	54
5.5.6	NDF.....	54
5.5.7	ADF.....	54
5.5.8	OH	55
5.5.9	BNLV.....	55
6	Diskuze.....	56
7	Závěr	59
8	Seznam použité literatury	60
9	Seznam použitých zkratek a symbolů	69
10	Seznam příloh	70

1 Úvod

Lidská potřeba zajištění dostatku kvalitních bílkovin se neustále zvyšuje, a proto se stal nezbytným chov druhů zvířat, která jsou plodná a mají krátký cyklus výroby. Z domestikovaných druhů zvířat představuje drůbež, prasata a králíci nejrychlejší způsob zisku živočišných bílkovin. Důvodem je, že vedle rychlosti reprodukce, jsou tyto druhy také charakterizovány největší účinností transformace živin do vysoce kvalitních bílkovin. Avšak produkční chov králíků představuje jen velmi malé procento z celkového objemu světové živočišné výroby (cca 1,3 mil. tun ročně), a z toho důvodu existuje velice málo informací a výzkumů týkajících se jejich výživy. Chovatelé se snaží zefektivnit chov králíků zkrmováním takových druhů zemědělských plodin, které budou pro králíky představovat vyvážený zdroj živin a budou ekonomicky přístupné. V oblasti výživy králíků představuje právě širok cukrový plodinu s vysokým potenciálem.

2 Literární rešerše

2.1 Výživa králíků

Výživa je velmi důležitým faktorem v chovech králíků. Kvalita a způsob krmení dává zvířeti možnost vyrovnávat se s environmentálními a psychologickými stresory úzce spojené se způsobem a podmínkami chovu (McWilliams, 2001).

Z hlediska uzpůsobení trávicího traktu a využívání potravy je králík řazen mezi monogastriční býložravá zvířata. Takové trávicí ústrojí je dobře přizpůsobeno k vysokému příjmu rostlinných buněčných stěn (Gidenne et Lebas, 2002).

S tím souvisí i zásadní postavení vlákniny ve výživě králíků. Stejně jako u jiných druhů zvířat, mohou být složky vlákniny tráveny pouze přes mikrobiální fermentaci. Hlavní fermentativní oblast je slepé střevo, které představuje, včetně jeho obsahu, asi 7 % celkové tělesné hmotnosti (Blas et al., 1999).

Jednotlivé strukturální složky (např. celulóza či lignin) vytvářejí optimální strukturu obsahu střev, dráždí nervové pleteně ve stěně, čímž je udržována pohyblivost a sekreční činnost žláz trávicího aparátu. Tvoří také substrát pro růst bakterií osídlující trávicí trakt. Dostatek vlákniny významně ovlivňuje pH, tím optimalizuje prostředí pro trávení ve střevech a má vliv na potlačení nežádoucích bakterií. Významná je pro králíka jak stravitelná vláknina (pektin a hemicelulózy) obsažená v krmivech rostlinného původu, tak i strukturální nestravitelná vláknina. Zejména lignin má pozitivní dopad na zdravotní stav, růst a celkovou užitkovost. Významné jsou i poměry mezi složkami vlákniny i poměry k dalším živinám (Martinec, 2011). Stejně jako u ostatních savců, je trávení strukturálních sacharidů v píci závislé na střevní mikroflóře. Vzhledem k tomu, že velká část potencionální stravitelné energie je uložena právě v mikroflóře, je podoba trávicí soustavy ve vztahu využití živin tohoto zdroje nejzásadnější. Velikost zvířete může být rovněž faktorem různé účinnosti trávení. Menší zvířata vyžadují relativně vyšší přísun stravitelné energie, než ta větší (Udén et Van Soest, 1982).

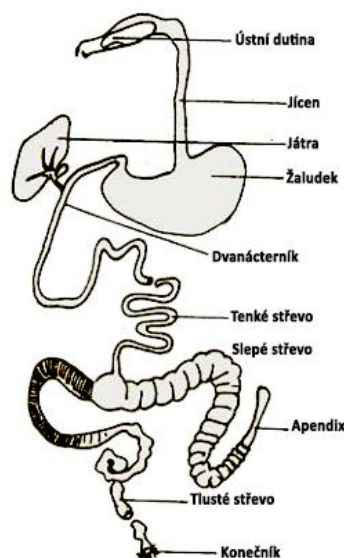
2.1.1 Trávicí soustava

Podmínky prostředí, ve kterých se vyvíjely populace předchůdců dnešních králíků, zformovaly i anatomickou skladbu a fyziologické funkce trávicí soustavy tohoto živočišného druhu. Převážně rostlinné krmivové zdroje s vysokým obsahem vlákniny stimulovali vznik a zdokonalení specializovaných částí a funkcí trávicího traktu. Základní části trávicí soustavy

jsou: ústní dutina, jícen, žaludek, tenké střevo, slepé střevo, tlusté střevo a konečník (Rafay, 2013).

Aby byl králík schopen efektivně trávit a využívat veškeré živiny, je nezbytná adaptace trávicího traktu. Trávicí trakt se vyvíjí od počátečního příjmu mléčné výživy až po kompletní přechod na pevná krmiva. Veškeré pozitivní i negativní aspekty tohoto procesu nadále ovlivňují schopnost trávení, kolonizaci střevní mikroflóry a rozvoj mechanismů chránících sliznici trávicího traktu vůči patogenům. Jednotlivé části trávicí soustavy rostou různou rychlostí až do dosažení stadia tělesné dospělosti. Vývoj zažívacího traktu začíná již ve fázi plodu. Po narození je nejdůležitější funkčnost žaludku a tenkého střeva, avšak jejich sliznice nejsou na takové úrovni, jako u dospělých jedinců (Blas et Wiseman, 2010). Kompletní vývoj trávicí soustavy je ukončen zhruba u 9 týdnů starých zvířat (Halls, 2008).

Trávicí soustava králíků je charakterizována především důležitostí funkce slepého a tlustého střeva. Mikrobiální aktivita ve slepém střevě je nedílnou součástí trávicích procesů a využití živin, ale také jde o faktor spojený s poruchami trávicího traktu. Kromě toho cektotrofie (požívání měkkých výkalů s původem ve slepém střevě), činí mikrobiální trávení ve slepém střevě nezbytnou součástí efektivnějšího využití živin. U králíka se vyvinula strategie vysokého příjmu krmiva (65 – 80 g/kg tělesné hmotnosti) a rychlého průchodu krmiva trávicím traktem, právě za účelem naplnění nutričních požadavků (Blas et Wiseman, 2010).



Obrázek 1 - Trávicí soustava králíka (Rafay, 2013)

2.1.1.1 Dutina ústní

Ústní dutina umožňuje příjem suchých, na vlákninu bohatých složek potravy (Rafay, 2013). Pro králíky je charakteristické, že mají dva páry horních řezáků, třenové zuby a jejich spodní čelist je užší než horní (Foster et Smith, 2005). Zuby králíků neustále rostou a žvýkání je nezbytné pro jejich přirozené obrušování. Pokud nemá králík dostatek potravy, mohou se objevovat bolestivé poruchy, kdy mohou zuby přerůstat a způsobovat problémy (Smith et al., 2009). Králík je schopen vykonat na 120 žvýkacích pohybů za minutu (McWilliams, 2001).

2.1.1.2 Žaludek

Dalším důležitým oddílem trávicí soustavy králíka je žaludek. Jednokomorový žaludek je tvořen velmi slabou svalovou vrstvou a je vždy částečně naplněn krmivem. Žaludeční žlázy kontinuálně vylučují žaludeční kyseliny a pH se pohybuje v rozmezí 1 – 5 v závislosti na lokalitě (Blas et Wiseman, 2010). Trávenina zůstává v žaludku po dobu tří až šesti hodin, kdy během této doby prochází chemickou přeměnou (Halls, 2008). Dochází v něm k intenzivnímu okyselení přijatého krmiva žaludeční kyselinou. Vnitřní prostředí žaludku králíka je nejkyselější ze všech druhů hospodářských zvířat. Vysoká kyselost potlačuje působení choroboplodných bakterií v dalších částech trávicího traktu. Svědčí o tom i skutečnost, že těsně po odstavu mláďat není žaludeční prostředí dostatečně kyselé, což vede ke zvýšenému úhynu této věkové kategorie zvířat. Kyselé prostředí dále umožňuje působení enzymů, které odštěpují základní stavební složky z vysokomolekulárních živin (Rafay, 2013).

2.1.1.3 Tenké střevo

Ze žaludku postupuje rozmělněné a promísené krmivo do tenkého střeva. Tenké střevo umožňuje odštěpování a vstřebávání základních živinových složek pocházejících z krmiva (Rafay, 2013). Tenké střevo je dlouhé zhruba 3 metry. Hodnota pH v tenkém střevě se pohybuje kolem 7. Dochází zde k vylučování žluči, trávicích enzymů a pufrů (Blas et Wiseman, 2010), které rozkládají proteiny a tuky na částice dostatečně malé, aby byla možná jejich absorpce (Halls, 2008). V tenkém střevě se odehrává trávení aktivní i pasivní formou, a to po celém povrchu střevní sliznice. Zde se také mimo jiné tráví převládající množství přijatého škrobu (Blas et Wiseman, 2010).

2.1.1.4 Slepé střevo

Slepé střevo se vyznačuje slabou vrstvou svaloviny. Prostředí je mírně kyselé a pH hodnota se pohybuje v rozmezí 5,4 – 6,8. Jeho kapacita je téměř polovina z objemu celého trávicího traktu (Blas et Wiseman, 2010). Sem se dostává stravitelná složka potravy, která je zpracována přítomnými anaerobními bakteriemi. Mikrobiální fermentace trvá několik hodin. Produktem fermentace jsou těkavé mastné kyseliny (VFA), které jsou absorbovány do krevního oběhu. Jejich tvorba je závislá na složení mikroflóry a typu dostupného krmiva (Halls, 2008). Jednotlivé kyseliny jsou: octová, propionová, máselná, valerová a kapronová, které po resorpci do krve hradí u králíka až 40 % základní metabolické potřeby energie. Jejich koncentrace je nejvyšší ve slepém střevu, nižší v tlustém střevu a nízká v žaludku a tenkém střevu (Kulovaná, 2001). Dalším důležitou vlastností mikrobiální aktivity je syntéza B-komplex vitamínů (Cheeke, 1987). Fermentovaná trávenina postupuje dále do tlustého střeva, kde je formována do měkkých výkalů (Halls, 2008).

2.1.1.5 Tlusté střevo

Tlusté střevo můžeme rozdělit do dvou částí, a to proximální a distální. Proximální část se skládá ze tří úseků. První segment má tři tzv. *taenia* (podélné bělavé pruhy ztlustělé longitudinální svaloviny střeva) a mezi nimi jsou *haustra* (tračnickové výdutě). Druhý segment má jeden *taenia* pokrývající polovinu obvodu trávicí trubice. Na třetím segmentu se neobjevují *taenia* ani *haustra*, ale tento úsek je bohatě inervován a působí tak jako vodič tlustého střeva ve fázi formování pevné stolice (Blas et Wiseman, 2010), jejímž zdrojem je veškerá nestravitelná vláknina přicházející z tenkého střeva (Halls, 2008).

2.1.2 Trávení

Zaživací strategie králíka spočívá v co nejrychlejším průchodu vlákniny střevem a pomocí střevních trávicích procesů oddělení nevláknitých složek píce. K separaci vláknitých složek dochází v tlustém střevě, kdy jsou malé částice tráveniny spolu s tekutinami odplaveny do slepého střeva, kde jsou následně fermentovány. Tímto způsobem králík může efektivně zpracovávat bílkoviny a snadno zkvasitelné cukry a zbavovat se vlákniny bez snahy o její náročné trávení. Tento způsob trávení je pravděpodobně odrazem velikosti těla králíků. Malá zvířata mají výkonný metabolismus. Tento způsob oddělování a rychlý průchod částic umožňuje králíkům využívat rostlinná krmiva bez přílišného zatížení tlustého střeva (Cheeke, 1987).

Každá živina, která projde organismem je trávena odlišným způsobem. Zde je přehled základních složek potravy a způsob jejich trávení:

Škrob – schopnost trávení škrobu je ovlivněna především věkem králíka, dietní úrovní a původem škrobu. Z dalších faktorů může mít rovněž určitý vliv výrobní proces krmiva nebo použití exogenních enzymů jako dietních doplňků (Blas et Wiseman, 2010). U králíků je nízká tvorba enzymů napomáhající trávení škrobu (amylotické enzymy) hlavně po odstavu, a proto se větší část škrobu dostává do tlustého střeva a tráví se mikrobiálně ve slepém střevě. Škrob se ve slepém střevě mikrobioticky tráví až na kyselinu mléčnou. Nadměrné množství kyseliny mléčné narušuje přirozenou kyselost a funkci slepého střeva, zároveň i přední části tlustého střeva, které mají hlavní vliv na formování měkkých výkalů, důležitých pro výživu králíka. Často dochází k překrmění sacharidy, které vede k přemnožení bakterií produkujících enterotoxiny a vyvolávající průjem. Tomu lze předejít tepelnou úpravou krmiva (Rafay, 2013).

Bílkoviny – úroveň stravitelnosti bílkovin u králíků je spjata s věkem zvířete. Schopnost trávení bílkovin se rozvíjí po odstavu až do dosažení 9. týdne věku. Králíci zvyšují příjem aminokyselin především díky cekotrofii- požíváním měkkých výkalů (Halls, 2008).

Tuky - tuky se u králíků tráví podobně jako u jiných nepřežvýkavých živočichů. Triglyceridy se emulgují a pak hydrolyzují lipolytickými enzymy předtím, než jsou nakonec absorbovány v tenkém střevě. U sajících mláďat je mléčný tuk tráven pomocí lipáz v žaludku. Po odstavu se již tuky dostávají do tenkého střeva, kde jsou pomocí žlučových solí emulgovány (Blas et Wiseman, 2010).

Vláknina – schopnost trávení vlákniny je definováno mikrobiální aktivitou, dobou trávení ve slepém střevě a chemickým složením potravy (Blas et Wiseman, 2010). Vláknina sice nepříznivě ovlivňuje energetickou hodnotu krmiva, ale je nevyhnutelným regulátorem trávicích pochodů. Její vysoký obsah snižuje trávení ostatních organických živin i minerálních látek krmiva. Stravitelnost vlákniny zabezpečují pouze mikroorganismy nacházející se ve slepém a tlustém střevě (Rafay, 2013).

2.1.3 Cekotrofie

U zajícovců (*Lagomorpha*), u kterých probíhá fermentace sacharidů ve slepém střevě, se vyvinul speciální systém, který umožňuje znovu přijímat živiny ve formě produktů syntetizovaných mikroby slepého střeva. Tento proces spočívá v konzumaci vlastních měkkých výkalů zvaným cekotrofie (Belenguer et al., 2005). Cekotrofie nastává v období

přechodu zvířete z mléčné na pevnou stravu (cca 3 týdny věku). Tvorba měkkých výkalů se zvyšuje úměrně se stářím jedince a dosahuje maxima mezi 63. a 77. dnem věku (Halls, 2008).

Měkká stolice je bohatá na dusík, vitaminy skupiny B a minerální látky. Výkaly také obsahují metabolické produkty střevních mikroorganismů jako např. amikoseliny, a jsou tak zdrojem základních živin. Odpírání jejich konzumace králíky tak může zapříčinit živinový deficit (Yoshida et al., 1968). Hlavním efektem opětovného požívání vlastních výkalů, je účinnější využití bílkovin (Blas et Wiseman, 2010). U domestikovaných králíků jsou měkké výkaly vylučovány v ranních hodinách, přibližně 4 hodiny po posledním příjmu krmiva. Pevné výkaly se tvoří v průběhu dne, většinou v době krmení. Naopak u divokých králíků převažuje noční aktivita, a proto se činnost slepého střeva projeví v průběhu dne. Měkké výkaly jsou zhruba 5 mm velké pelety pokryté vrstvou slizu. Funkcí této vrstvy je ochrana měkkých výkalů před žaludečními kyselinami, neboť setrvají v žaludku po dobu 6 – 8 hodin. Množství konzumace těchto výkalů se pohybuje mezi 50 – 80% denní produkce (Halls, 2008). Rozdíly ve složení měkkých a tvrdých výkalů jsou popsány v tabulce 1.

Tabulka 1 - Průměrné živinové složení pevných a měkkých výkalů (Proto, 1980)

<i>Živina</i>	<i>Pevné výkaly</i>	<i>Měkké výkaly</i>
Vlhkost	34 – 52	63 - 82
Sušina	48 – 66	18 - 37
Obsah v sušině (%)		
Protein	19 – 25	21 - 37
Hrubá vláknina	22 – 54	14 - 33
Tuk	1 – 3	1 - 5
Minerální látky	3 - 14	6 - 11

2.1.4 Živiny

Živiny jsou biologické sloučeniny, která zvířata přijímají převážně z krmiv. Jedná se o látky nezbytné pro zajištění všech životních procesů (Blažková et al., 2015).

Nutriční hodnota je funkcí výživné hodnoty a dobrovolného příjmu krmiva. Výživná hodnota je dána koncentrací stravitelných živin a energie. Příjem krmiva je ovlivňován jeho chutností a schopnostmi naplnit zažívací trakt zvířete. Živiny v krmivech jsou látky, které jsou po přijetí a strávení schopny být v organismu zvířete metabolizovány. Jsou to látky organického i neorganického původu. Organické látky uvolňují při svém štěpení energii. Mají schopnost zabudovat se do nově tvořených tkání těla zvířete, případně jeho produktů. Hlavní

energetické živiny jsou sacharidy, tuky a dusíkaté látky. Pro vyjádření výživné hodnoty je třeba znát stravitelnost jednotlivých živin a energie pro krmená zvířata. Výživnou hodnotu krmiva ovlivňuje i obsah biologicky účinných látek, tedy nejen vitamínů, enzymů a hormonů, ale i antinutričních látek (Pozdíšek, 2008). Krmné dávky pro králíky sestavujeme s ohledem na jejich hmotnost, stáří, pohlaví a cíl chovu (Blas et Wiseman, 2010).

Prvořadý význam má správné posouzení výživné hodnoty krmiva. Při chemickém rozboru krmiv se obvykle zjišťuje množství vody, hlavních organických živin (dusíkaté látky, tuk, vláknina) a popelovin. Bezdušíkaté látky výtažkové (BNLV) představují množství škrobu, cukrů, organických kyselin a ostatních ve vodě rozložitelných bezdušíkatých látek. Potřeba živin se vyjadřuje v procentech nebo v gramech na 1 kg krmiva. Součet uvedených živin vyjadřuje sušinu krmiva. Potřeba sušiny se mění podle fyziologického stavu zvířete, hmotnosti a užitkovosti. Sušinou se hodnotí objemnost krmné dávky, která zabezpečuje pocit nasycenosti zvířete. Spotřeba sušiny pro králíka se pohybuje od 3 do 7 % ze živé hmotnosti (Rafay, 2013).

Pro specifikaci živin v krmné dávce se využívají následující parametry:

Energie v megajoulech (MJ)

Sušina v % či g

Dusíkaté látky v % či g

Vláknina v % nebo g / kg.

Aminokyseliny v % nebo g / kg.

Minerální látky v g / kg a nebo mg / kg.

Vitamíny v % nebo mg / kg a nebo m.j.

2.1.4.1 Energie

K vyjádření energetických požadavků a výživné hodnoty krmiv se využívají následující parametry a jejich jednotkami jsou megajouly (Blas et Wiseman, 2010):

hrubá energie (BE),

stravitelná energie (SE),

metabolizovatelná energie (ME)

čistá energie (NE)

Energetická hodnota krmiva pro králíky se vyjadřuje jako metabolizovatelná energie (ME) anebo jako stravitelná energie (SE) a vyjadřuje se v MJ (megajouly) na 1 kg krmiva. Úroveň energie v krmných směsích pro jednotlivé kategorie králíků se udržuje na úrovni d 8

do 11 MJ na 1 kg směsi. Energetickou potřebu každého zvířete zabezpečují sacharidy, tuky, dusíkaté látky a organické sloučeniny. Energetickou potřebu králíka z velké části zabezpečují zrniny (pšenice, oves, ječmen, kukuřice) a okopaniny obsahující jednoduché sacharidy ve formě škrobu (Rafay, 2013).

Potřeba energie v porovnání s velikostí těla je u králíků vysoká. Čím je mladší králík a menší plemeno, tím je potřeba energie na jednotku živé hmotnosti vyšší. Vyšší obsah energie je důležitý zejména u králic po porodu. Naopak snížení koncentrace energie v krmivu kojících samic před odstavením mláďat při současném zvýšení obsahu vlákniny vede ke snížení mortality odstavených králíčat (Veselý, 2007).

2.1.4.2 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou všechny látky obsažené v krmivech, které v molekule obsahují dusík. Jejich množství se vyjadřuje jako obsah dusíku vynásobený koeficientem 6,25, který vychází ze skutečnosti, že bílkoviny obsahují 16 % dusíku. Dusíkaté látky se dělí na bílkovinné a nebílkovinné. Mezi nebílkovinné patří celá řada látek, jako volné aminokyseliny, amidy, aminy, alkaloidy, glykosidy obsahující dusík, nukleové kyseliny, purinové a pyrimidinové báze, amonné soli, amoniak, močovina, dusičnany a dusitany (Štercová et al., 2012).

Potřeba N-látek u králíků je od 15 do 20 % krmné dávky. Pro reprodukci a laktaci potřebuje králík vyšší obsah bílkovin než pro růst. Při nadbytku vzniká u mladých králíků nebezpečí intoxikace organismu (Veselý, 2007). Rafay (2013) uvádí obsah v krmných směsích od 17 (výkrm) do 20 % (laktující samice). Pro králíky ve výkrmu to představuje 4,5 – 5,5 g stravitelných bílkovin na 1 kg ž. hm., pro laktující samice 6,5 – 7,0 g/ 1kg ž. hm.

Hlavními faktory, které se podílejí na trávení bílkovin u králíků, jsou chemická struktura, vlastnosti a dostupnost enzymatické aktivity (Blas et Wiseman, 2010).

Obilná zrna, která tvoří základ krmných směsí, obsahují nízké hladiny methioninu a lysinu a tudíž se jedná o limitující aminokyseliny ve výživě králíků. Krmné směsi s nedostatkem těchto aminokyselin mají nepříznivý vliv na růst a reprodukci (Halls, 2010).

2.1.4.3 Sacharidy

Sacharidy se dělí na vlákninu a bezdusíkaté látky výtahkové (BNLV). Nejdůležitějšími složkami jsou především škrob, cukry a celulóza. Z hlediska energetického metabolismu mají velký význam sacharóza, jelikož se jedná o hlavní energetickou živinu v buňkách všech rostlinných krmiv. Další důležitou skupinou jsou polysacharidy, zastoupené škrobem a

celulózou. Škrob tvoří 50 – 80% organické hmoty semen obilnin, bramborových hlíz, aj. Vyskytuje se ve všech rostlinných krmivech spolu s disacharidy. Celulóza je základní podpůrnou látkou rostlinné buňky. V krmivech bilancujeme celulózu s dalšími látkami, a to především pod pojmem vláknina. Čím vyšší je zastoupení vlákniny v krmivech, tím je stravitelnost organické hmoty nižší. Optimální zastoupení sacharidů ve výživě zvířat je základním předpokladem pro dosažení požadované produkce, zachování zdraví zvířat, reprodukce i vysoké nutriční hodnoty vyráběných potravin. Nedostatek sacharidů v krmné dávce zasahuje do užitečnosti zvířat a má specifický účinek na složení a množství živočišných produktů (Zeman, 2006).

a) Vlákna

Vlákna má ve výživě velice důležitou funkci. Její přítomnost v krmné dávce zabezpečuje mechanické nasycení zvířat, dále podporuje peristaltiku střev a u přežvýkavců motoriku bahu. Mimo jiné také limituje příjem a stravitelnost krmiva (Zeman, 2006).

Vlákna není přesně chemicky definovaná látka, zahrnuje strukturální sacharidy, které se nacházejí v buněčných stěnách rostlinných buněk. Jedná se o směs celulózy, hemicelulózy a nestravitelných inkrustujících látek, jako je lignin, kutin a křemičitany. Na základě poměru mezi sacharidy (celulóza, hemicelulózy) a ligninem se mění stravitelnost vlákniny (Štercová et al., 2012). Bylo zjištěno, že převaha ligninu a celulózy způsobuje trávicí problémy, na rozdíl od stravitelné vlákniny obsahující především hemicelulózu a pektiny, která naopak zdraví a zažívání podporuje (Gidenne et Lebas, 2002).

Obsah vlákniny v rostlinných krmivech se pohybuje mezi 5 – 40 % v sušině. Čím vyšší je podíl vlákniny v organické hmotě krmiva, tím nižší je její stravitelnost. Vlákna se neštěpí běžnými trávicími enzymy, tráví se pouze prostřednictvím mikrobiální fermentace. Pro přežvýkavce i pro býložravá monogastriční zvířata představuje vlákna významný zdroj energie, protože početné mikroorganismy, které se u nich nacházejí v předžaludku nebo ve slepém a tlustém střevě, dokáží složky vlákniny účinně štěpit (Zeman, 2006).

Vlákna je jednou z hlavních složek krmiv v chovu králíků. Role vlákniny ve výživě králíků se neomezuje pouze na dodávku živin. Vlákna také hraje důležitou roli v regulaci rychlosti průchodu tráveného materiálu, kontrolu střevní mikroflóry a udržení integrity střevní sliznice. Chemické složení a fyzikální struktura stěn rostlinných buněk, se velmi liší v rámci zdroje vlákniny, takže jak druh, tak i míra vlákniny mají důležitý vliv na králičí trávení (Blas et al., 1999). Králíci vyžadují vyšší množství hrubé vlákniny (minimálně 9 %) pro normální růst a zdravý život (Abubakar et al., 2006). Význam dietních frakcí vlákniny je značný, díky svému

vlivu na rychlost průchodu potravy, funkčnosti sliznice a jejich role jako substrát pro střevní mikroflóru (Gidenne, 2015). Podíl vlákniny v kompletních krmných směsích se optimalizuje na úroveň 14 -16%. Vyšší podíl vlákniny je výhodný pro dospělá zvířata v období pohlavní dospělosti. Pokud se zkrmuje krmivo se zvýšeným obsahem vlákniny, králíci vykonávají nčastěji cekotrofii, čímž kompenzují vyšší ztráty endogenních dusíkatých látek (Rafay, 2013).

Mnohé studie potvrdily, že králík má poměrně omezenou schopnost trávit dietní vlákninu. Koeficienty stravitelnosti pro hrubou (CF) a acido-detergentní vlákninu (ADF) jsou obvykle menší než 0,20. Výjimkou jsou nezdřevnatělé zdroje vlákniny, jako jsou citrusy, nebo dužina cukrové řepy, kdy byla zjištěna stravitelnost > 0,60. Zkrmování krmiva s nízkým obsahem vlákniny se však často projevuje negativně na zdraví a výkonnosti zvířat. Mladé zvíře vyžaduje určité množství nestravitelné vlákniny ve stravě, aby se zabránilo hypomotilitě trávicího traktu, kterou doprovází silné průjmy. Množství nestravitelné vlákniny v krmné dávce by se měla pohybovat mezi 100-120 g /kg krmiva (Partridge, 1989).

Hrubá vláknina (CF)

Metoda určení hrubé vlákniny je rychlá, jednoduchá, levná a často užívaná. Tato technika spočívá v extrakci vláknitých zbytků kyselou a následně zásaditou hydrolyzou. Nevýhodou této metody je vysoká variabilita chemického složení residuí, v závislosti na původním zdroji vzorku. Z tohoto důvodu se nehodí pro zkoumání účinků vlákniny na samotné zvíře. Nicméně je užitečná při hodnocení výživné hodnoty krmiva a porovnávání hodnot jednotlivých složek krmiva s tabulkovými hodnotami (Blas et Wiseman, 2010).

Neutrálně detergentní vláknina (NDF)

Neutrálně-detergentní vláknina vyjadřuje obsah acidodetergentní vlákniny a hemicelulózy a je nejpřesnějším ukazatelem celkového obsahu vlákniny, resp. stavebních složek buněčných stěn rostlin. Při nadměrném zvyšování obsahu NDF klesá příjem krmiv a živin v krmných dávkách (Pozdíšek, 2008).

Acido detergentní vláknina (ADF)

Acidodetergentní vláknina vyjadřuje obsah celulózy, ligninu a lignifikovaných dusíkatých složek rostlin. Je relativně rychlou, často používanou metodou stanovení vlákniny. Nereprezentuje však celkový obsah buněčných stěn v krmivech, protože není analyticky stanovena frakce hemicelulózy. Úzký korelační vztah obsahu ADF k stravitelnosti organické

hmoty, živin a energetické hodnotě krmiv se využívá v predikčních rovnicích odhadu výživné hodnoty krmiv. Se zvyšováním obsahu ADF klesá stravitelnost energie a živin v KD (Pozdíšek, 2008).

Množství ADF by měl být v kompletní krmné směsi nad 19 %. V úvahu by měl brán i poměr mezi ADF a NDF, aby se zabránilo velkým příjmům snadno zkvasitelných polysacharidů (Benkeblia, 2014).

Acido detergentní lignin (ADL)

Lignin svým mechanickým působením, urychluje průchod tráveniny a napomáhá optimálním trávicím funkcím organismu (Martinec, 2011). Průchod tráveniny je urychlen zejména v úseku slepého střeva a tračníku. Obsah ligninu v krmivech pro rostoucí králíky by se měl pohybovat kolem 5 - 7 gramů na den a poměr ligninu (ADL) k vláknině by měl být vyšší než 0,4 (Blas et Wiseman, 2010). Lignin je materiál, který se chová jako pojivo, spojuje dohromady celulózu a hemicelulózu, a tím dozrávající plodině dodává tuhost. Je ovšem nestravitelný, dokonce ani pro střevní mikroorganismy. Vyzrálá plodina tak má malou energetickou hodnotu jak pro mikroflóru, tak pro zvíře (Volac, 2014).

b) Nestrukturální sacharidy – škrob a BNLV

Nízkomolekulární sacharidy (cukry) jsou rozpustné ve vodě a mají většinou sladkou chuť. Makromolekulární polysacharidy jsou většinou bez chuti a jsou ve vodě jen omezeně rozpustné (škrob). Nestrukturální sacharidy se nacházejí uvnitř rostlinných buněk. Při stanovování sacharidů v krmných dávkách, oddělujeme bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV) a vlákninu. Bezdusíkaté látky výtažkové zahrnují především nestrukturální sacharidy, tedy škrob a cukry. Obsah BNLV se stanoví nepřímo, výpočtem z údajů získaných chemickou analýzou (Štercová et al. 2012).

Hlavním představitelem nestrukturálních sacharidů je škrob. Škrob (α -glukan) je hlavní rezervní polysacharid zelených rostlin a pravděpodobně druhý nejhojnější sacharid v přírodě hned vedle celulózy (Blas et Wiseman, 2010). Škrob tvoří 50 – 80 % organické hmoty semen obilovin. Kromě toho se vyskytuje i v luštěninách a v bramborových hlízách. Je tvořený dvěma složkami, amylosem a amylopektinem. Škroby obsahují podle původu asi 15 až 30 % amylose, vyšší podíl amylose snižuje stravitelnost škrobu (Štercová et al. 2012). Při vysokém podílu energeticky bohatých obilovin v krmné dávce prochází škrob nestrávený tenkým

střevem do tlustého, kde je substrátem pro růst zde se vyskytujících bakterií, které produkují toxiny vyvolávající enterotoxemie (Veselý, 2007).

2.1.4.4 Tuky

Tuky jsou běžně charakterizovány jako lipidy, komplexní skupinu organických látek složených z uhlíku, vodíku a kyslíku, vyznačující se rozpustností v organických nepolárních rozpouštědlech (Blas et Wiseman, 2010). Tuky jsou také stavebními látkami buněčných membrán a nervové tkáně. Kromě toho plní i ochrannou funkci, chrání vnitřní orgány před mechanickým poškozením a podílí se na termoregulaci. Slouží také jako rozpouštědlo liposolubních vitamínů (A, D, E, K) a umožňují tím jejich využití. V neposlední řadě jsou tuky zdrojem esenciálních mastných kyselin, kyseliny linolové a alfa linolenové (Štercová et al., 2012).

V rámci výživy mohou být však za plnohodnotné tuky považovány pouze triglyceridy, neboť představují nejtypičtější formu akumulace energie v živočišném a rostlinném organismu. Triglyceridy mají skutečný nutriční význam, neboť obsahují v průměru 2,25 krát více energie než ostatní komponenty krmné dávky (Blas et Wiseman, 2010).

Králíci nemají žádné specifické požadavky na obsah tuku v krmivech, vyžadují pouze malé množství esenciálních mastných kyselin. Pouze kojícím samicím může být zvýšen příjem tuků pro vyrovnání deficitu energie v průběhu laktace (Blas et Wiseman, 2010). V menší míře energetickou potřebu zabezpečuje tuk obsažený v zrninách a extrahovaných šrotech. Optimální obsah tuku v krmivu je 5 %. Příklad rostlinného nebo živočišného tuku se používá pro zvýšení koncentrace energie v krmivu (Rafay, 2013).

Veselý (2007) uvádí, že krmná dávka by měla obsahovat u chovných králíků 2,5 % tuku, březích samic 3 % tuku a u kojících samic 4 % tuku. Důležitá je však také kvalita tuku. Králík je velmi citlivý na žluknutí tuků.

2.1.4.5 Popeloviny

Jako popel se analyticky stanoví veškeré anorganické látky obsažené v krmivu. Zahrnuje využitelné minerální látky (podíl rozpustný v kyselině chlorovodíkové) a nevyužitelné látky, tzv. písek (podíl nerozpustný v kyselině chlorovodíkové). Odečtením obsahu popela od celkového obsahu sušiny dostaneme obsah organické hmoty krmiva. Minerální látky jsou v těle zvířat zastoupeny pouze v množství 4 - 5 %, patří však k životně důležitým látkám. Asi 17 minerálních látek je esenciálních a musí být přijímány z krmiva. Minerální látky se podílí

na výstavbě tkání, jsou součástí tělesných tekutin, působí jako katalyzátory mnoha biochemických procesů. Jsou nezbytné pro udržování acidobazické rovnováhy a stálosti vnitřního prostředí. Vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, chlór a síra, které se v organismu vyskytují v relativně velkém množství, se řadí mezi makroprvky. Ostatní minerální látky se v těle vyskytují pouze ve stopovém množství a patří mezi mikroprvky (stopové prvky). Minerální látky se při svém působení v organismu navzájem ovlivňují, proto je důležité sledovat nejen jejich celkový obsah v krmivech, ale i jejich vzájemný poměr. Dochází také k vzájemnému ovlivnění využitelnosti, takže přebytek jedné minerální látky může snížit využitelnost jiné (Štercová et al., 2012).

Makroprvky jsou definovány jako prvky, které jsou v krmné dávce požadovány v gramech na kilogram tělesné hmotnosti. Ve výživě králíků jsou hlavními prvky vápník, fosfor a sodík (Blas et Wiseman, 2010).

Vápník je hlavní složkou kostry. Více než 98% z celkového vápníku je přítomno v kostech a zubech. Kromě toho, vápník hraje klíčovou roli v řadě biologických procesů jako je funkce srdce, svalů, srážení krve a rovnováhu elektrolytů v séru. Také králičí mléko je bohaté na vápník. Z tohoto důvodu se očekává, že dietní požadavky tohoto minerálu jsou vyšší u rychle rostoucích mladých zvířat a králic v pozdní březosti, respektive vrcholu produkce mléka. U králíků je vápník absorbován v přímé úměře k jeho koncentraci v potravě, bez ohledu na metabolickou potřebu. Přebytečný vápník je pak z těla vylučován močí (Blas et Wiseman, 2010).

Fosfor je hlavní složkou kostí. To také hraje důležitou roli v mnoha reakcích souvisejících s energetického metabolismu. Hlavním faktorem ovlivňujícím dostupnost fosforu z rostlinných zdrojů u nepřežvýkavých je přítomnost fytátů a fytáz. Fytáty jsou fosforové komplexy, které nejsou degradovány endogenními enzymy. U králíků je fytátový fosfor dobře využit z důvodu produkce fytázy mikroorganismy slepého střeva. Většina fosforu je recyklována přes měkké výkaly následnou cekatrofií. Kromě toho, přírodní fytáza může usnadnit hydrolýzu a absorpci fosforu v horní části trávicího traktu (Blas et Wiseman, 2010).

Sodík se podílí na regulaci pH a osmotického tlaku. Je nezbytným prvkem pro vstřebávání živin, jako je glukóza či aminokyseliny. Ze studií vyplývá, že 1g sodíku na 1 kg živé váhy králíka, zajišťuje dostatečnou dávku na 35 – 90 dní. Deficit může zhoršit průběh

trávicích procesů a absorpci aminokyselin. Přebytek sodíku v krmivu nebo pitné vodě má negativní dopad na růst zvířat (Blas et Wiseman, 2010).

Mikroprvky jsou definovány jako prvky požadované v miligramech za den. Pro potřebu králíků to je železo, měď, mangan, zinek, selen, jód, kobalt, fluor a chrom. Tyto stopové prvky jsou běžně přidávány do králíčí stravy jako soli ve formě premixů (Blas et Wiseman, 2010).

2.1.4.6 Vitamíny

Vitamíny jsou definovány jako skupiny komplexních organických sloučenin, které jsou přítomny v nepatrném množství v přírodních zdrojích a jsou nezbytné pro metabolismus živin a život. Deficit způsobuje snížení výkonnosti a často patologické příznaky onemocnění. Všechny vitamíny ovlivňují základní funkce organismu. Působí především jako katalyzátory metabolických procesů. Ne všechny vitamíny je nutné zahrnout do krmné dávky, neboť některé z nich mohou být metabolizovány z jiných látek přímo v organismu (Blas et Wiseman, 2010). Ve vodě rozpustné vitamíny a vitamin K jsou obvykle syntetizovány střevní mikroflórou, ovšem pokud hrozí riziko poruchy trávení, může být jejich podávání v krmné dávce vhodné. Doplnění vitamínu C může být pro zvíře prospěšné, zejména pokud je vystavováno zátěžovým situacím. Požadavek na hladinu vitamínu A je splněna, pokud krmivo obsahuje 10000 MJ (mezinárodních jednotek) na kilogram. Nadbytečné množství vitamínu A je ve výživě králíků zbytečné a navíc může být toxické pro plody březích králíků. Doporučené množství vitamínu D je 800 – 1000 MJ/kg. V případě, že koncentrace stoupne nad 2000 MJ/kg, je pozorována abnormální kalcifikace měkkých tkání. Pro vitamin E je doporučená dávka 50 mg/kg. Pokles vitamínu E v dietě pod 15 mg/kg vyvolává příznaky nedostatku, například svalovou dystrofií. Nadlimitní zkrmování vitamínu E není pro organismus škodlivé, naopak snižuje rychlost oxidace lipidů a zvyšuje tak trvanlivost králíčího masa (Lebas, 2000).

2.1.4.7 Voda

Voda je nezbytnou složkou výživy. Denní potřeba závisí na kvalitě a složení krmné dávky, na ročním období a teplotě prostředí, na zdravotním a fyziologickém stavu, věku a hmotnosti zvířat (Rafay, 2013). Je naprosto nezbytné ji zabezpečit v odpovídajícím množství, které obecně je 2 x vyšší než je spotřeba sušiny. Potřeba vody představuje u rostoucích králíků 10 - 12 % živé hmotnosti, u březích samic 6 - 8 % živé hmotnosti a u kojících samic 20 - 30 % živé hmotnosti (Veselý, 2007). V závislosti na fyziologickém stavu, teplotě prostředí a hmotnosti spotřebuje intenzivně rostoucí králík ve výkrmu 0,2 – 0,5 l, březí samice

0,4 – 0,6 l, kojící samice po porodu 0,6 – 0,8 l a samice v maximální laktaci 0,8 – 1,5 l vody denně. Pitná voda musí být zdravotně nezávadná a dostupná pro zvíře bez omezení (Rafay, 2013).

2.1.5 Technologie krmení

Potřeba dávkování krmiv a stanovení potřeby živin se začala vyvíjet. Dřívější prakticky univerzálně uváděné doporučení adlibitního příjmu krmiv bylo nahrazeno přesnějším dávkováním pro jednotlivá období života a produkce králíků. Rovněž v této oblasti je bezpočet studií a doporučení k dávkování jednotlivých živin, případně srovnání jednotlivých zdrojů a krmiv. Schopnosti související s trávením a metabolismem se v průběhu vývoje jedince mění a rozvíjejí. Vyvíjejí se od narození mláděte až do dospělosti. Nejvýznamnější adaptační změny v trávení probíhají do věku 8 – 10 týdnů (Martinec, 2011).

Aby chovné králice dosahovaly výborných reprodukčních výsledků, zahrnující bezproblémové páření, březost a kojení, je bezpodmínečně nutné pokrýt vysoké nutriční požadavky a udržovat je v perfektní tělesné kondici. Od odstavu (30-35 dnů) do puberty (10-12 týdnů) a tělesné hmotnosti od 0,8 do 2,4 kg, je krmný režim podobný jako u králíků chovaných na maso. Od puberty do prvního krytí (16-18 týdnů věku) a hmotnosti 3,2-3,5 kg, by měl mít krmný režim za cíl správný morfologický a reprodukční vývoj a vyhýbat se překrmování. V tomto období klesá denní příjem krmiva a denní přírůstek se snižuje z 35 na 20 g. Od 17. týdne věku mohou již být zvířata krmena *ad libitum*. Nicméně se doporučuje kontrola množství přijímaného krmiva před připouštěním, aby bylo dosaženo optimální tělesné hmotnosti při inseminaci. Samice jsou pak 4 – 7 dní před připouštěním vystaveny tzv. *flushingu*, čímž se zabraňuje snížení sexuální vnímavosti (Blas et Wiseman, 2010).

Kojící králice Jsou jednou z nejnáročnějších a nejcitlivějších kategorií králíků, vyžaduje mimořádnou pozornost zejména s ohledem na kvalitu a skladbu krmné dávky. Na 1 kg živé hmotnosti potřebuje kojící králice trojnásobek bílkovin proti králici mimo plemenitbu, u energie je tento nárůst 50% (Martinec, 2011).

Sající mláďata patří mezi velmi rizikovou skupinu. Ztráty mláďat úhynem jsou v rozmezí 10-20 % a největší podíl ztrát činí onemocnění související s trávicím systémem, ovlivněné výživou a kmením. Citlivost mláďat v období odstavu a po něm má za příčinu

postupný rozvoj trávicího aparátu a jeho nejvýznamnějších funkcí (trávení a imunitní obrana), jehož vývoj trvá až 12 týdnů. Mláďata jsou na mléčné stravě 3 týdny a mléko konzumují zhruba 6 – 8 krát denně (Martinec, 2011).

Mezi 22. a 28. dnem začíná probíhat cekotrofie v závislosti na naplnění a vývoji slepého střeva a tračníku. Předkládá se jemnější, kvalitní objemná krmiva s nižším obsahem bílkovin (15-16%), nižším obsahem škrobu (12%) a dostatkem stravitelné vlákniny. Za chybu lze považovat přebytek bílkovin, škrobu a nedostatek vlákniny. Použití kompletních krmných směsí je obvyklým způsobem krmení. Kvalitní krmná směs obsahuje zpravidla 16,5 – 18% dusíkatých látek, 17-18% vlákniny a další živiny (Martinec, 2011). Pokud je předkládáno čerstvé zelené krmivo, je třeba jej přidávat do krmné dávky postupně (Rafay, 2013).

2.1.6 Krmiva

V chovech králíků jsou krmiva úzce spjatá s technologií chovu a ustájení zvířat. Používají se převážně 2 typy krmení: kombinované a granulované kompletní směsi. Kombinovaný typ krmení obsahuje vedle granulovaného krmiva ještě různé druhy jadrných krmiv, šťavnatých krmiv a píci (seno). Rozvoj tržní produkce králíků vnesl podstatné změny do složení původních krmných dávek a managementu krmení. Granulované krmné směsi obsahují vysoký obsah vyvážených živin, které jsou při výkrmu králíků nutričně dostačující (Zadina et al., 2004). Vyvážená krmná dávka musí obsahovat správný poměr jednotlivých složek, aby byla udržena rovnováha trávicích procesů. Nejlepším způsobem jak toho dosáhnout, je přiblížit krmnou dávku složením potravě divoce žijících králíků. Nicméně pro chovatele domestikovaných zvířat je obtížné zajistit přísun všech potřebných živin a je tak nezbytné podporovat krmnou dávku živinovými doplňky. Ve volné přírodě převažují ve stravě králíků směsi trav. Trávy poskytují velké množství vlákniny, která je nezbytná pro správnou funkci střev a opotřebení chrupu. V domácích chovech je tato část potravy často nahrazena senem. Zbývající část stravy divokých králíků je kombinace dalších rostlinných zdrojů, jako jsou listy, drobné dřeviny, ovoce nebo obilí. Krmení rozmanitými typy rostlin zajišťuje přísun nezbytných vitamínů a minerálů. U domácích zvířat bývají zkrmovány plané rostliny, jako je smetánka lékařská či běžné ovoce konzumované člověkem, které se jeví jako snadno dostupná alternativa. Podávání suchého krmiva ve formě granulí dodává krmné dávce nezbytnou dávku živin, které nejsou chovatelé schopni obsáhnout běžně dostupnými krmivy (Stone, 2010).

Je třeba si uvědomit, že králík se krmí velmi často (až 30krát za den). Jednotlivé přijímané dávky činí 2 – 8g krmiva a samotný příjem trvá 4-6 minut. Obecně králík potřebuje v krmné dávce 18 – 20 % vlákniny v zájmových chovech a 10 – 14% v chovech intenzivních (Johnson-Delaney, 2006). Vlákna tedy představuje hlavní složkou kompletního krmiva a je v krmné dávce zastoupena závislostí na technice krmení (Gidenne et Lebas, 2002).

Seno by mělo být hlavní složkou stravy králíka proto, že obsažená vlákna podporuje peristaltiku střev a udržuje v nich zdravou mikrobiální rovnováhu. Velmi důležitým faktem je, že přežvýkáním vláknité stravy si králík obrousí chrup, což je nezbytné pro správný skus a pohyb čelistí. Králík může mít seno v dosahu adlibitně. Pro mladé králíky je vhodnější seno s vyšším obsahem vápníku, který zvíře využívá během intenzivního růstu zubů a kostí. Obsah látek v seně je závislý na mnoha faktorech, přesto je možné určit jeho přibližnou výživovou hodnotu. Seno průměrně obsahuje 8 -16 % hrubých bílkovin, 22 - 35 % vlákniny, 3 - 5 % vápníku a 1 - 3 % fosforu (Habartová et Corsano, 2009).

Zelená píče je ve stravě králíka stejně důležité jako seno. Obsahuje velké množství stopových prvků a také slouží jako zdroj vody. Krmení zelenou pící zásobuje organismus králíka vodou a tím podporuje funkci trávicího traktu, ledvin a močového měchýře (Brown et al., 2006).

Granulované krmivo by mělo sloužit pouze jako doplněk a zpestření stravy. Je nutné, aby předkládané krmivo splňovalo určité nutriční normy. Vlákna by měla dosahovat minima 18%, bílkoviny na úrovni 12 – 14%, obsah tuku by se měl blížit 1,5%. Granule také nesmí obsahovat vysoké dávky vápníku a poměr k fosforu by měl být přibližně 2:1. Je třeba sledovat, zda ve složení převládají trávy nebo obilniny. Na základě toho lze soudit vyváženost vlákniny a bílkovin. Krmiva s převládající složkou trav obecně obsahuje více vlákniny a méně bílkovin, tudíž je lépe nutričně vyvážená a pro králíky vhodnější (Stone, 2010). V produkčních chovech brojlerových králíků se využívají výlučně kompletní granulované krmné směsi. Jsou to ve vhodném poměru smíšená objemná krmiva (senné moučky 20-40 %), obilniny a mlýnské krmné zbytky, extrahované šroty a pokrutiny (do 20 %). Dále mohou být zařazeny cukrovárské řízky, sušené mléko, kvasnice, minerální látky a vitaminy. Přednost těchto směsí je možnost zvýšení biologické hodnoty jednotlivých živin, snížení spotřeby

krmiv na jednotku produkce a možnost dosažení požadované koncentrace a vyrovnané potřeby živin pro konkrétní užitkovost (Rafay, 2013).

Kromě živinového složení má pro králíky význam i kompaktnost a velikost krmiva. Prašnost a rozpad nesmí přesahovat 3%; kromě zvýšení potřeby krmiva způsobuje vyšší podíl sypkých částic respirační problémy zvířat (Rafay, 2013)

V drobnochovech jsou hlavní komponenty krmné dávky pro králíky složené hlavně z čerstvé zelené hmoty, sena, obilnin a sušeného pečiva. Pokud se králíkům podávají různé druhy krmiva, optimalizuje si svoje živinové a energetické potřeby jejich selektivním příjmem (Rafay, 2013).

Běžně se vyskytují krmiva, ne příliš vhodná, která obsahují vysoké hladiny škrobu a tuků. Přestože králík může pojmout malé množství škrobnatých či tučných krmiv bez patrných následků, je vhodnější se krmivům s vysokým obsahem škrobu a tuku naprosto vyhnout (Brown et al., 2006).

2.1.7 Čirok v krmné dávce

Čirok se běžně užívá jako krmivo v produkčních chovech v Mexiku (Morales-Zuniga, 1980), nebo jako jediná obilovina v experimentálních kontrolních dietách (Gongnet et al., 1993). Zrno čiroku je používán zemědělci v malochovech v různých zemích jako je Uganda (Lukefahr, 1998), Ghana (Williams, 1979) Rwandě (Tassin, 1989). Typicky je obsažen v krmné směsi od 20 do 40 %, ale může se vyskytovat i v 50 % zastoupení, bez výskytu zažívacích obtíží (Omole, 1982). V některých experimentech byl zařazen až do výše 75 % celkové krmné dávky (Gongnet et al., 1993).

Zkrmování čiroku místo kukuřice nemělo žádné negativní účinky na rychlost růstu, příjmu potravy ani konverzi krmiva (Carregal et al., 1980, Egbo et al., 2007). Zatímco čirok s nízkým obsahem tříslovin neměl negativní vliv na vývoj zvířat, intenzitu růstu, příjem krmiva ani konverzi, hnědý čirok s vyšším obsahem tříslovin indikoval nižší denní přírůstky i konverzi krmiva a zvyšoval potřebu příjmu krmiva (Muriu et al., 2002). Tento účinek se připisuje vysokému obsahu tříslovin hnědého čiroku, který mění aktivitu trávicích enzymů a snižuje absorpci vápníku (Al-Mamary et al., 2001). Hodnota stravitelné energie čiroku s nízkým obsahem tříslovin je o něco nižší než u kukuřice nebo pšenice (Carabaño Luengo,

1995). Třísloviny obsažené v obalu zrna inaktivují extrakci sladové amylázy, což výrazně snižuje rozklad škrobu (Taylor et al., 2006).

Extruze čiroku zlepšuje ileální stravitelnost škrobu a může zvýšit svou energetickou hodnotu a snížit zdravotní rizika (Kazue Otutumi et al, 2005, Gidenne, 2000).

V práci (Abubakar et al., 2006) byla srovnávána kukuřice s čírokem, jako krmné komponenty pro králíky po odstavu s nejpodobnějšími nutričními hodnotami. Posuzován byl jak klasický, tak sladový čirok. Z předchozího výzkumu byla známa následující fakta: energetická hodnota je vyšší u kukuřice, ale čirok obsahuje více dusíkatých látek. Pořizovací cena je nižší u čiroku. Sladování čiroku zvyšuje obsah proteinu, rozpustných cukrů, lysinu a snižuje obsah taninu. Výsledky experimentu potvrzují hypotézu, že sladový nebo klasický čirok může účinně nahradit kukuřici jako zdroj energie ve výživě králíků po odstavu, bez nežádoucích vlivů na účinnost a konverzi krmiva. Uvádějí, že čirok je levnějším zdrojem energie. Zkrmování čiroku pozitivně ovlivňuje konverzi krmiva. Využívání čiroku místo kukuřice může snížit potravní konkurenci mezi člověkem a monogastričnými zvířaty. Nicméně výhody sladování čiroku se nepotvrdily.

2.2 Čirok

2.2.1 Historie a současné využití čiroku

Čirok (*Sorghum*, Moench) je jednou z hlavních světových zrnin. Pěstuje se především v okrajových srážkových oblastech tropů a subtropů a vybrané odrůdy jsou hojně pěstovány i v mírném podnebí (Garber, 1950). Ve starém Egyptě jej využívaly jako kulturní plodinu. Do Evropy byl nejdříve přivezen do Itálie, a to z Indie. Do Čech byl zaveden ve větší míře ve 20. letech minulého století, kdy se využívalo značné množství technického čiroku (Hermuth et al. 2012). V celosvětové produkci zaujímá páté místo v pěstovaných obilovinách hned za pšenicí, kukuřicí, rýží a ječmenem (Hermuth et Janovská, 2003). Celosvětová produkce čiroku se pohybuje kolem 55–60 mil. tun. Produkce ČR je zanedbatelná (Kopáčová, 2007). Největšími současnými pěstiteli jsou Nigérie, Indie, USA a Mexiko (Grulich, 2013). Většina čiroku pěstovaného v Severní, Střední a Jižní Americe a v Oceánii se používá jako krmivo (Kopáčová, 2007).

Jeho využití je velmi rozmanité. V potravinářství je díky snadnému a rychlému kvašení používán pro výrobu lihových nápojů i sirupů. Dále je známý pro přípravu kaší z mouky a krup. V průmyslu je vhodnou plodinou pro tvorbu škrobů, olejů, lepidel a samozřejmě jako

součást biomasy v produkci etanolu. Jedná se také o velmi kvalitní krmnou plodinu, která obsahuje vysoký podíl cukrů, je dobře stravitelná a zahrnuje vysoký výnos zelené silážní hmoty (Hermuth et al. 2014).

Čirok poskytuje vysoké výnosy a pěstební technologie je téměř stejná jako u kukuřice (Petr, 2011). Schopnost rostliny produkovat slušný výnos za nepříznivých pěstitelských podmínek jej činí populární plodinou pro mnoho výrobců (Espinoza et Kelley, 2006).

V Evropě se velmi rychle rozšiřuje a jeho pěstování postupuje směrem na sever. Zvláštní zájem o něj je v souvislosti s oteplováním klimatu a využitím k energetickým účelům, zejména produkci bioplynu. Jeho výnosy rostou díky pokroku ve šlechtění odrůd hybridů. To také nabízí větší možnosti jeho využití k potravinářským účelům v oteplující se Evropě, což bylo dosud jen v omezené míře (Petr, 2011).

2.2.2 Klasifikace

Hermuth et al. (2012) zařazuje rod čirok (*Sorghum* (L.) Moench, 1794) do skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*), čeledi lipnicovité (*Poaceae*) a podčeledi prosovitě (*Panicoidae*). Považuje se ze zemědělského hlediska za jednoletou rostlinu, ačkoli se jedná o víceletou travu, kterou je v tropických oblastech možné sklídit i několikrát do roka (Lupien, 1990).

2.2.3 Morfologie

Čirok je statná, jednoletá, vzácněji i vytrvalá tráva, která dorůstá výšky až 3 – 5 m (Grulich, 2013).

Stéblo čiroku je silné, tvrdé, hladké, s kolénky rozdělené na články. Články jsou dole nejkratší a postupně se prodlužují, jejich počet závisí na odrůdě a délce vegetace, celkově jich může být 5-20. Stébla jsou různě dlouhá, obvykle 1,5-5,5 m. (Moudrý, 2006), mohou však dosahovat až 3 metrů i více, která jsou bohatě olistěná a vytváří mnoho zelené hmoty (Moudrý et Stražil, 1999).

Listy mají lysé nebo poněkud pomoučené pochvy; jazýček je zaokrouhlený, jemně brvitý; čepel je čárkovitá až čárkovitě kopinatá, plochá, 40–70 cm dlouhá a 3–8 cm široká (Grulich, 2013).

Květenství je nejcharakterističtější znakem čiroku, je to lata různého tvaru a velikosti (Moudrý, 2006). Lata je proměnlivá, hustá nebo řídká, válcovitá až kuželovitá, až 60 cm dlouhá, větve jsou tuhé, vzpřímené nebo rozkladité a nesou hroznovitě uspořádaných 2–6

párů jednokvětých klásků, z nichž vždy jeden je přisedlý a druhý stopkatý; přisedlé klásky jsou vejcovité až téměř kulovité, 3,5–5,5 mm dlouhé, oboupohlavné, s plevami kožovitými až blanitými, plucha obvykle nese 0,4–1,5 cm dlouhou osinu; stopkatý klásek je čárkovitě kopinatý, nese květy samčí nebo jalové, někdy opadáva (Grulich, 2013). Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem (Moudrý, 2006).

Jedná se o bylinu s bohatě rozvětveným a hlubokým kořenovým systémem (Moudrý et Stražil, 1999). Díky němu má velkou schopnost absorbovat z půdy vodu a živiny. Kromě podzemních kořenů tvoří čirok tzv. vzdušné kořeny, které upevňují rostliny v zemi a ty ani při silných větrech nepoléhají (Moudrý, 2006).

Na rozdíl od ostatních obilovin má čirok kulaté zrno s tvrdou pluchou (Kopáčová, 2007). Zrno je buď úplně pluchaté, nebo částečně obnažené, případně zcela nahé (Moudrý et Stražil, 1999). Morfologická skladba zrna všech obilovin je v zásadě stejná. Zrna se liší především tvarem, velikostí, hmotností a podílem jednotlivých vrstev. Velikost a hmotnost zrna bývá velmi rozdílná (hmotnost tisíce semen HTS = 10-70 g). Tvar zrna je různý, kulatý, vejčitý, srdcovitý či oválný. Barva bývá bílá, krémová, žlutá, citronově žlutá, růžová, hnědá nebo fialová. Zrno je podle obsahu a poměru bílkovin ke škrobu sklovité, poloskvloité nebo moučné (Moudrý, 2006).

Čirok se většinou třídí podle následujících charakteristik:

- barva perikarpu (bílá, žlutá nebo červená)
- přítomnost, resp. absence pigmentovaného osemení
- tloušťka perikarpu (oplodí)
- barva endospermu (bílá, nažloutlá nebo žlutá),
- typ endospermu (normální, polovoskový, voskový).

(Kopáčová, 2007).



Obrázek 2 – Diverzita rostlin čiroku obecného (Bonnal, 2015).

2.2.4 Nutriční hodnota

Čirok patří mezi glycidová krmiva s nízkým stupněm lignifikace a nízkým obsahem vlákniny. Vyznačuje se vysokou stravitelností organických živin a velkou koncentrací energie. Má vzhledem k vysokému obsahu škrobu poměrně vysokou energetickou hodnotu. Je však méně chutný a proto se běžně zkrmuje společně s jinými obilovinami (Zeman, 2006).

Faktory ovlivňující nutriční hodnotu jsou následující (Balota, 2012):

- Typ endospermu
- Obsah škrobu a stravitelného proteinu
- Obsah taninu
- Hmotnost test (osemení)
- Ekologické podmínky
- Způsob zpracování

Nutriční hodnoty zelené hmoty čiroku cukrového závisí na stupni zralosti, klimatu, podmínkách sklizně a na mnoho dalších faktorech. Stejně jako u většiny krmiv obsah bílkovin a obecně výživná hodnota klesá se stupněm zralosti. V rostlinách čiroku pěstovaných v západní Evropě se obsah proteinu dostal na hodnotu 19 % a postupně klesl na 12,9 % týden před dozráním a při mléčné zralosti obsahoval už jen 6,9 %. Obsah ADF se změnil z počátečních 31,2 % na 35,4 % (Heuzé et al. 2015). Z toho lze vyvozovat, že období sklizně je jedním z nejdůležitějších faktorů při hodnocení nutričních hodnot.

Tabulka 2 obsahuje průměrné nutriční hodnoty zelené hmoty čiroku

Tabulka 2 – Chemické složení zelené hmoty čiroku cukrového (Heuzé et al., 2015)

Živina (%)	průměr	odchylka	Min	Max	Počet vzorků
Sušina	90	2,1	86,7	94,9	11
N-Látky	7,5	3,1	4,2	13,7	12
Vláknina	32,3	2,6	28,4	36,4	8
NDF	68,7	6,2	58,7	73,3	6
ADF	44,0	7,3	33,1	49,8	6
Lignin	6,2	0,5	5,6	6,8	4
Popeloviny	8,8	1,1	7,6	11,3	12

Čirok je plodina podobná kukuřici, co se týče složení aminokyselin a nutriční hodnoty (viz tabulka 3). Nicméně vzhledem k jeho nižšímu obsahu tuku, má obvykle nižší stravitelné a metabolizovatelné energetické hladiny než kukuřice. Obecně platí, že čirok zastoupí přibližně 95% nutriční hodnoty žluté kukuřice, a to pro všechny druhy hospodářských zvířat. Šlechtěním hybridů čiroku byla jejich nutriční hodnota v průběhu posledních 20 let zlepšena (Kulp et Ponte, 2000).

Tabulka 3 - Srovnání průměrných hodnot složení biomasy čiroku cukrového a kukuřice (Hermuth, 2012)

	Čirok	Kukuřice
Popel (% suš.)	6 – 12	4 – 8
Hrubý protein (% suš.)	5 – 9	6 – 9
Cukry celkové (%)	8 – 18	8 – 18
Hrubý tuk (% suš.)	1 – 3	2 – 4
Hrubá vláknina (% suš.)	32 – 44	20 – 28
NDF (% suš.)	48 – 62	32 – 44
Hemicelulóza (% suš.)	12 – 18	12 – 16
Lignin (% suš.)	3 – 6	2 – 5

Obsažená hemicelulóza a poměrně vysoká stravitelnost obohacuje krmnou dávku o vysoce stravitelný podíl strukturálních polysacharidů, včetně vodorozpustných cukrů. Obsah dusíkatých látek je ve srovnání s víceletými pícevinami nižší (Přikryl et al., 2009).

Čirok obsahuje vitamíny B1, B6, B5, B9, β -karoteny, minerální látky (fosfor, hořčík, železo, zinek, měď, mangan, molybden a chróm). Dále obsahuje čirok také sacharidy, tuk, bílkoviny a vlákninu. Obsah těchto nutrietů se mění v závislosti na odrůdě čiroku (Hermuth et al., 2012).

Čirok je chudý na lepek a proto je vhodný pro celiaky. Jedná se o významný zdroj antioxidantů a snižuje také hladinu cholesterolu. Vedle potravinářství je primárně používán jako krmivo pro zvířata. Slouží k výrobě etanolu a dalších bio průmyslových výrobků.

Čirok obsahuje různé fytochemikálie, jako jsou antokyany, fenolové kyseliny, fytoosteroly a třísloviny. Vyšší obsah tříslovin způsobuje zhoršení využitelnosti potravy. Na druhou stranu je prokázáno, že obsažené fytochemikálie podporují u zvířat zdraví kardiovaskulárního systému. Přítomné fenoly chrání rostlinu především před škůdci a chorobami. Steroly a polykosanoly, obsažené ve vosku a rostlinném oleji, jsou významnou součástí léků pro snížení cholesterolu a redukci stresu (Awika et Rooney, 2004).

Obilky čiroku zrnového i cukrového jsou menší než u pšenice. Podíl endospermu je 82,3 %, klíčku 9,8 %, a obalů 7,9 %. Obsah škrobu se pohybuje okolo 70 %, obsah amylozy je 21-34 % a amylopektinu 65-80 %. Obsah bílkovin se udává v rozmezí 8-16 %, obsah tuku tvoří 3,3 %, popeloviny 1,9 %, hrubá vláknina 1,9 % (Zeller, 2000). Adamčík et al. (2012) uvádí v tabulce 4 hodnoty založené na jiném výzkumu. Naměřené hodnoty se liší pouze minimálně.

Tabulka 4 - Chemické složení zrna čiroku obecného (Adamčík et al., 2012)

	Zastoupení	Škrob	Bílkoviny	Tuk	Popeloviny
Celé zrno (%)	100	73,8	12,3	3,6	1,6
Endosperm (%)	84,2	82,6	10,5	0,6	0,4
Zárodek (%)	9,4	13,4	18,4	28,1	10,4
Oplodí (%)	6,5	34,6	6,0	4,9	2,0

Lysin v běžných genotypech čiroku představuje v rozvojových zemích téměř 40 % doporučené dávky této esenciální aminokyseliny pro děti pro správný růst a vývin organismu.

Vysokolysinové genotypy mají zastoupení lysinu vyšší a i celkové složení aminokyselin nutričně příznivější (Serna–Saldivar and Rooney, 1995).

Obsahy jednotlivých látek mohou být značně rozdílné podle místa pěstování a pěstitelské praxe. Například obsah bílkovin silně ovlivňuje hnojení dusíkem. Zvyšuje zejména podíl prolaminové frakce, která se u čiroků nazývá kafirin. Tato frakce je chudá na lysin, arginin, histidin a tryptofan, naopak obsahuje hodně prolinu a glutaminu. Zájem o pěstování čiroku ve střední Evropě roste s ohledem na oteplování klimatu, možnosti využití ke krmným účelům a v lidské výživě pro možnost jeho uplatnění v bezlepkové dietě. Z tohoto pohledu je významné zastoupení jednotlivých frakcí bílkovin zrna čiroku, protože celiakálně toxické sekvence aminokyselin jsou přítomné v prolaminové frakci. Existují genotypové rozdíly, kdy odrůdy čiroku zrnového vykazují ve srovnání s čirokem cukrovým příznivější složení bílkovinných frakcí, vyšší zastoupení nutričně hodnotných albuminů a globulinů a nižší zastoupení prolaminů (Hermuth et al. 2014).

Průběh silážování a fermentace u kukuřice a čiroků je odlišný – proces silážování u čiroku má delší náběh a je pomalejší. Důvodem je vyšší obsah polyfenolických látek u čiroků (zejména taninu), což má za následek inhibici činnosti mikroorganismů a zpomalení fermentačních procesů, v některých případech až jejich zastavení (Hermuth et al. 2014).

Výnos první seči čiroku cukrového obvykle bývá 50 – 120 tun stonků z 1 hektaru. Zelená hmota v tuto dobu obsahuje přibližně 73 % vody, 13 % rozpustných cukrů (glukóza, fruktóza, sacharóza), 5,3 % celulózy, 3,7 % hemicelulózy a 2,7 % ligninu (Almodares, Hadi 2009). Přidaná voda po sklizni je považována za součást výnosu sladké šťávy. Dřeň stonku čiroku cukrového je bohatá na cukry rozpustné ve vodě, zatímco kůra je obohacená o lignin a fenolové kyseliny (Billa et al. 1997).

2.2.5 Antinutriční látky

Jako negativní se uvádí obsah taninu (proanthokyanidin) a některých dalších antinutričních látek, které mohou nepříznivě ovlivňovat stravitelnost. Nejčastěji se vyskytuje u odrůd čiroku cukrového či odrůd s barevnými obilkami. (Hermuth et al. 2014). Přítomnost taninů může ovlivnit využití krmiva v závislosti na druhu zvířat, způsobu zpracování a krmné dávce. Účinnost krmiva může být snížena o 5 až 10 % v porovnání s čirokem neobsahující

taniny (Rooney, 2005). V případě, že odrůda obsahuje tanin, největší podíl je uložen v osemení. Tanin je nežádoucí ze dvou důvodů: negativně ovlivňuje dostupnost proteinu a má hořkou chuť. Nicméně, tato hořká chuť je také hlavní výhodou, protože odpuzuje ptáky živící se zrním a semeny. Z tohoto důvodu jsou tyto odrůdy hojně pěstovány v oblastech, kde je bílý čirok ptáky značně poškozován (Lupien, 1990).

Mladé rostliny obsahují v zelené hmotě kyanogenní glykosid durin. Proto je možné čirok sklízet až po dosažení určité výšky, kdy obsah durinu klesne a nehrozí už riziko intoxikace (Tichá et Vyzínová, 2006). Nicméně v neporušeném rostlinném pletivu se kyanovodík nevyskytuje. Štěpení probíhá v pletivech nějakým způsobem mechanicky poškozených, kdy se glykosidy a enzymy, dosud uložené odděleně, dostanou do styku. Ke kontaktu substrátu s enzymy dochází po posečení rostlin, při drcení semen, žvýkání, působením ledových krystalků při pomrznutí, ale také při mimořádném suchu (Mrkvicová et al., 2007).

2.2.6 Ekologické podmínky

Čirok patří spolu s kukuřicí k nejproduktivnějším obilninám s typem C4 fotosyntézy. Je také nejvíce odolný suchu a tolerantní ke stresovým faktorům, jako je zasolení či sucho a dobře roste i na územích s ročním úhrnem 400–800 mm (Grulich, 2013; Petr, 2011). Dobře prospívá především v oblastech savan. Zejména odrůdy pěstované na zrno mají vysoké nároky na teplotu. Odrůdy pěstované na siláž jsou na teplotu méně náročné a dobře rostou i tam, kde se již příliš nedaří ani kukuřici. Ve srovnání s kukuřicí je odolnější vůči suchu, dobře roste v územích s ročním úhrnem 400–800 mm. Jedná se o krátkodenní rostlinu, využívá C4 asimilaci (Grulich, 2013).

Ekologické faktory ovlivňující management pěstování (Smith et Frederiksen, 2000):

Délka dne – čirok je rostlinou krátkodenní. Většina odrůd dosahuje reprodukčního stadia v momentě, kdy délka dne vrátí k rozsahu 12 hodin.

Srážky – příznivé pro čirok jsou oblasti s vysokým obsahem srážek a také oblasti poloaridní. To je důležité především pro místa, která jsou příliš suchá pro kukuřici. V silně sezónních oblastech dochází ke kvetení po ukončení sezony dešťů.

Nadmořská výška – čiroku se daří ve výškách 0 – 3000 metrů nad mořem. Výskyt v extrémní výšce je příčinou selekčním výběrem člověka.

Teplota – rostlina je nenávratně zničena mrazem. Čirok prospívá v rozmezí 10 – 35°C a optimální teplota je 30°C. Šlechtění umožnilo pěstování čiroku i v chladnějších oblastech, ale minimální teplota se mění s druhem odrůdy.

Typ půdy – čirok prospívá v široké škále druhů půdy. Je tolerantní k míře kyselosti půdy v rozmezí 5 – 8.5 pH

2.2.7 Sklizeň a zpracování

Na zelenou píci sklízíme před metáním (výška rostlin 0,5 m). Na siláž sklízíme na začátku metání. Obvykle dává dvě seče (začátek července a konec září). Čirok cukrový se na siláž sklízí v mléčně-voskové zralosti (dostatečná produkce při zachování kvality). Pro spalování sklízíme porost koncem zimy (únor), kdy mráz rostliny vysuší (Skládanka, 2006).

Obecně platí, že průmyslové metody zpracování čiroku, nejsou tak rozvinuté jako metody používané pro zpracování např. pšenice a rýže, které se na většině míst produkují v mnohem větším množství než je tomu u čiroku. Potenciál pro zlepšení průmyslového zpracování čiroku je obrovský v souvislosti s rozvojem nových technologií v mnoha zemích (Ngoddy, 1989).

2.2.8 Varianty čiroku

Zatímco některé druhy čiroku se pěstují pouze na zrno, jiné byly vyvinuty pro produkci píce, a některé druhy jsou využívány v obou směrech (Heuzé et al., 2015).

Hospodářsky významné jsou varianty čiroku dvoubarevného (*Sorghum bicolor*) a to:

Čirok obecný (*S. bicolor* var. *eusorghum*) se pěstuje hlavně na zrno, ve kterém je značný obsah bílkovin a škrobu (Hermuth et al., 2012). Pro hospodářská zvířata je užitečný ve formě krmiva nebo jako podestýlka ve formě slámy. V tropech se jedná o rostlinu vysokou 2-4 m s tlustým stonkem (Heuzé et al., 2015)

Čirok technický (*S. bicolor* var. *technicum*) se využívá jako surovina pro výrobu košťat a kartáčů. Zrno technického čiroku je pouze vedlejším produktem.

Čirok cukrový (*S. bicolor* var. *saccharatum*) se používá jako krmná rostlina, zejména na silážování. Také se lisuje a ze šťávy stébel se vyrábí líh, sirup a jiné. (Hermuth et al., 2012). Název zohledňuje fakt, že určité druhy ve dřeni stonků obsahují velké množství sacharózy (Kopáčová, 2007). Je zároveň nejvhodnější pro výrobu škrobu, obsahuje ho v průměru 70 – 80 % (Hermuth et al., 2012).

Čirok súdánský (*S. bicolor* var. *sudanense*) je vhodný pro případné energetické využití, díky velkému množství hmoty (Hermuth et al., 2012).

Tabulka 5 srovnává chemické složení zrn čiroků na základě analyzované varianty. Testovaný čirok cukrový pak obsahuje nejvyšší podíl dusíkatých látek (14,2 %), popelovin (2,6 %) a tuku (3,7 %). Zrnový čirok obsahuje nejvyšší hodnoty u podílu BNLV. Súdánská tráva se vyznačuje vysokým podílem vlákniny.

Tabulka 5 - Chemické složení zrna čiroků (%) v sušině (Oddělení genové banky, Praha Ruzyně, 2011)

Varieta	Dusíkaté látky	BNLV	Vláknina	Popeloviny	Tuk
Zrnový	12,8	76,0	5,9	2,0	3,3
Cukrový	14,2	73,6	6,0	2,6	3,7
Súdánská tráva	13,7	73,0	7,5	2,2	3,6

2.2.9 Čirok cukrový

Čirok cukrový se nazývá latinsky *Sorghum bicolor* var. *Saccharatum*, Moench, 1794.

Používá se jako krmná rostlina, zejména na silážování (Hermuth et al., 2012). Název zohledňuje fakt, že určité druhy ve dřeni stonků obsahují velké množství sacharózy (Kopáčová, 2007).

U odrůd čiroku cukrového se zpracovávají celé rostliny k výrobě cukrových sirupů nebo se silážují a zkrmují. Stébla cukrového čiroku obsahují po dozrání 80 – 90% sladké šťávy, asi 15% vlákniny, organické a anorganické soli, protein, gumu, vosk a škrob. Škrobu je asi 1% a jeho obsah se v zralé rostlině zvyšuje. Množství a druhy cukrů se za vegetace mění. V období kvetení je asi 11 % cukrů. V mladé rostlině jsou všechny cukry redukující. Dozráváním se začne zvyšovat procento sacharózy a její podstatné množství se vytvoří až ke konci dozrání. V období plné zralosti je většina cukrů ve šťávě jako sacharóza (60 – 80 %) z celkového množství cukrů ostatních 20 – 40 % připadá na redukující cukry (Hermuth et al., 2012).

Obvykle dorůstá výšky 3 – 5 m. Bohužel však má většina odrůd v našich podmínkách problém s dosažením obsahu sušiny vhodné pro silážování. U takto vysokých odrůd je problém s vyšším obsahem ligninu, kterým musí rostlina vyztužit svá stébla, aby nepolehla. Využívají se obvykle jako jednosečné na siláž, v některých oblastech se tento druh používá i do pásového výsevu s kukuřicí. Podíl zrna, pokud se stačí vytvořit, je nízký (Hermuth et al., 2012).

2.2.9.1 BMR – Brown Mid Rib forma

V současné době existují tzv. BMR formy čiroku cukrového (Garber, 1950). Jedná se o odrůdy se zvýšenou stravitelností, jejichž vnějším znakem je hnědé střední žebro – Brown Mid Rib. BMR formy jsou předmětem velmi intenzivního šlechtění, jedná se o formu cytoplazmatické mutace. Odrůdy mají snížený obsah ligninu o 40 – 60%. Nevýhodou některých odrůd může být zvýšená náchylnost k poléhání. (House, 1985).

Kříženci mají v době vegetace vynikající nutriční vlastnosti. Lze je v závislosti na odrůdě pěstovat pro vícesečné využití na senáž (s vysokým obsahem hemicelulózy) nebo pastvu. Při jednosečném využití již kvalita píce není tak vysoká, ale může se značně lišit v závislosti na odrůdě. Výnos zrna (pokud se stačí vytvořit) je spíše nižší. Hybridy se sejí v závislosti na způsobu využití „na husto“ při pěstování pro přímou sklizeň také i v celé škále řádků až do 75 cm, ideální je užší rozteč (Hermuth et al., 2012).



Obrázek 3 – List BMR formy čiroku (vlevo) a konvenčního čiroku cukrového (Marsalis, 2011)

3 Cíl práce

Hypotéza: Díky nižšímu obsahu škrobu mohou být sušené rostliny čiroku cukrového vhodným sacharidovým komponentem v krmných směsích pro králíky.

Cíl práce: Cílem práce je zjištění nutriční hodnoty čiroku cukrového jako krmného komponentu ve výživě brojlerových králíků.

4 Materiál a metodika

4.1 Předmět sledování

Krmné směsi - Usušená a rozemletá zelená hmota čiroku cukrového byla zařazena ve dvou hladinách (10 % a 18 %) do pokusných kompletních krmných směsí. Do pokusu byla dále zařazena varianta kontrolní bez přídavku sledovaného materiálu. Kompletní krmné směsi byly sestaveny na základě nutričních požadavků králíků v období výkrmu. Do krmných směsí byl zařazen čirok cukrový, odrůda Latte, který byl sklizen na začátku metání.

Zvířata - Výzkum byl prováděn v demonstrační a pokusné stáji České zemědělské univerzity. Sledováno bylo 27 jedinců, komerčních brojlerů typu Hyla, odstavené v 29 dnů věku. Zvířata byla identifikována, zvážena a rozdělena do 3 skupin, dle typu předkládané krmné směsi. Mladí králíci byli umístěni v klecích na výkrm. Environmentální podmínky splňovaly obvyklé požadavky na mikroklima pro výkrm králíků. Králíci byli naskladněni do výkrmu ve věku 29 dnů. První vážení proběhlo po aklimatizaci 32. den věku. Pokus byl ukončen 81. dnu věku sledovaných zvířat. Pitná voda byla k dispozici adlibitně. V průběhu pokusu byly sledovány parametry výkrmnosti (přírůstek, konverze krmiva).

Analýza krmiv a výkalů - Na základě analýz krmiv a výkalů byla určena bilanční stravitelnost vybraných živin.

4.2 Schéma pokusu

	Sledovaná skupina		
	Kontrolní (K)	I. Pokusná (C+10)	II. Pokusná (C+18)
Zelená hmota čiroku	0%	10 %	18%
Počet zvířat*	9	9	9

** v době ukončení pokusu*

4.3 Složení krmných směsí

Tabulka 6 - Složení krmných směsí a porovnání pokusných směsí, se směsí kontrolní

	K	C+10	C+18	C+10 - K	C+18 - K
Suroviny	%	%	%	%	%
Ječmen jar. 11	8.00	8.00	7.00	0	- 1.0
Oves 12,5	15.00	15.00	13.00	0	- 2.0
Pšeničné otruby	33.00	26.30	25.00	- 6.7	- 8.0
Ex. Sojový 46	6.00	6.00	6.00	0	0
Vojtěšk. m. 18	29.30	28.00	24.05	- 1.3	- 5.25
Čirok sušený	-	10.00	18.00	+ 10.0	+ 18.0
Cukrovar. Ř. suš.	5.00	3.00	3.00	- 2.0	- 2.0
Olej řepkový	1.80	1.80	1.90	0	+ 0.1
DL-methionin	0.06	0.06	0.05	0	- 0.01
Vápenec	0.04	0.04	0.20	0	+ 0.16
Sůl	0.20	0.20	0.20	0	0
Uhlíčitán sodný	0.60	0.60	0.60	0	0
Amv KC	1.00	1.00	1.00	0	0
Celkem %	100.00	100.00	100.00		

Jak vyplývá z porovnání receptur krmných směsí v tabulce č. 8, rozdíl byl v zastoupení zelené hmoty čiroku v pokusných směsích C+10 (pokusná směs s 10 % sušené zelené hmoty čiroku) a C+18 (pokusná směs s 18% sušené zelené hmoty čiroku). Množství čiroku bylo v krmné směsi C+10 zvýšeno na úkor pšeničných otrub o 6,7 % a o 8% ve směsi C+18, vojtěškových úsušků o 1,3% ve směsi C+10 a o 5,25 % ve směsi C+18. U cukrovarských řízků došlo k redukci o 2% v obou pokusných směsích. Ve směsi C+18 došlo ještě ke snížení množství ječmene o 1%, ovsu o 2% a DL-methioninu o 0,01%. Na druhou stranu byla směs C+18 obohacena o 0,1% řepkového oleje a 0,16% vápence.

4.4 Metodika analýz

Metodika analýz byla provedena v souladu s nařízením komise (ES) č. 152/2009. Všechny potřebné analýzy byly realizovány v laboratořích katedry mikrobiologie, výživy a dietetiky na ČZU.

Vzorky krmiv a výkalů byly upraveny na homogenizovaný vzorek. Z takto homogenizovaných vzorků se dále stanovoval obsah sušiny, popelovin, dusíkatých látek, tuku a jednotlivých frakcí vlákniny (CF, NDF, ADF, ADL). Každý vzorek byl odvážen a

analyzován 2x. Výsledek analýzy se pak stanovil jako aritmetický průměr těchto 2 hodnot s dodržáním odchylky opakovatelnosti. Jednotlivé obsahy živin se stanovovaly následovně:

Sušina

- Stanovení: usušení vzorku do konstantní hmotnosti v sušárně při 103°C
- Postup: do keramických kalíšků je odváženo 5g vzorku, který je následně umístěn do sušárny. Sušina se stanoví jako zbytek materiálu po vysušení.
- Sušina byla vypočtena podle vzorce:

$$S = \left(\frac{m_1 - m_0}{m_2} \right) * 100$$

m_0 = hmotnost vysušeného prázdného kelímku v g

m_1 = hmotnost kelímku před vysušením s naváženým vzorkem v g

m_2 = hmotnost kelímku se vzorkem po vysušení v g

Popeloviny

- Stanovení: spálením při 550°C v muflové peci
- Postup: zbytek materiálu po vysušení je umístěn do muflové pece, kde je spálen. Po vychladnutí je zbytek zvážen a stanoveno množství popelovin.
- Stanovení popele v % se vypočítá podle vzorce:

$$P = \left(\frac{m_3 - m_0}{m_2} \right) * 100$$

m_0 = hmotnost prázdného kelímku v g

m_2 = hmotnost kelímku po vyžihání a vysušení v g

m_3 = je hmotnost kelímku s naváženým vzorkem po vysušení v g

Dusíkaté látky

- Stanovení: metodou dle Kjeldahla, při které je dusík přítomný v analyzovaném vzorku převeden na amoniak (ve formě síranu amonného) a následně je titračně stanoven jeho obsah v analyzovaném vzorku a vypočítán obsah bílkovin. Analýza probíhala na přístroji Kjeltec 2400.

- Postup: Vzorky krmiv a výkalů se mineralizovaly kyselinou sírovou za varu a přítomnosti katalyzátoru. Dusík ve vzorku se zmineralizoval na síran amonný, z něhož se v alkalickém prostředí uvolnil amoniak, který se pak predestiloval vodní parou do předlohy a titračně se stanovil.
- Stanovení dusíkatých látek v sušině v % je podle vzorce:

$$NL = m_1 * c$$

m_1 = průměrná hodnota minimálně 2 analýz

c = korekční faktor, který se vypočítá podle slepých vzorků podle vzorce:

$$c = \frac{100}{s}$$

Hrubý tuk

- Stanovení: stanovení celkového tuku gravimetrickou metodou po extrakci nepolárním rozpouštědlem na přístroji SER 146
- Postup: do celulosových patron bylo naváženo 5 g vzorku. Patrony byly vloženy do přístroje a k nim příslušná extrakční sklenička se 75 ml (50 ml) petroléteru. Extrakce probíhá ve 3 fázích. Nakonec je vzorek umístěn do sušárny a zvážen.

Hrubá vláknina

- Stanovení: hrubé vlákniny na přístroji ANKOM 220
- Postup: do celulosových patron bylo naváženo 5 g vzorku. Patrony byly vloženy do přístroje a k nim příslušná extrakční sklenička se 75 ml (50 ml) petroléteru. Extrakce probíhá ve 3 fázích. Nakonec je vzorek umístěn do sušárny a zvážen.

Neutrálně-detergentní vláknina (NDF)

- Stanovení neutrálně-detergentní vlákniny na přístroji ANKOM 220
- Vysušené sáčky po stanovení hrubé vlákniny (CF) jsou vystaveny hydrolýze neutrálním roztokem. Po ukončení hydrolýze jsou sáčky 3x promyty horkou destilovanou vodou, umístěny do acetonu a následně vysušeny. Vysušené a v exikátoru vychladlé sáčky se zváží a jsou spáleny v předem zvážených porcelánových kelímcích při teplotě 550 °C. Nehydrolyzovanými zbytky zůstává celulóza, komplex hemicelulóz a lignin.

- NDF v % byla vypočtena podle vzorce:

$$\text{NDF} = \left(\frac{m_3 - m_4 + m_5 - m_1 * c}{m_2} \right) * 100$$

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost navážky vzorku v g

m_3 = hmotnost sáčku po hydrolýze a vysušení v g

m_4 = hmotnost spáleného kelímku v g

m_5 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

c = korekční faktor prázdných sáčku dané do analýzy bez vzorků

$$c = \frac{m_3}{m_1}$$

Acido-detergentní vláknina (ADF)

- Stanovení acido-detergentní vlákniny na přístroji ANKOM 220
- Vysušené sáčky po NDF jsou vystaveny hydrolýze kyselým roztokem. Po ukončené hydrolýze jsou sáčky 3x promyty horkou destilovanou vodou, umístěny do acetonu a následně vysušeny. Vysušené a v exikátoru vychladlé sáčky se zváží a jsou spáleny v předem zvážených porcelánových kelímcích při teplotě 550 °C. Zbytkem po hydrolýze je ligninocelulózový komplex.
- ADF v % byla vypočtena podle vzorce:

$$\text{ADF} = \left(\frac{m_3 - m_4 + m_5 - m_1 * c}{m_2} \right) * 100$$

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost navážky vzorku v g

m_3 = hmotnost sáčku po hydrolýze a vysušení v g

m_4 = hmotnost spáleného kelímku v g

m_5 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

c = korekční faktor prázdných sáčku dané do analýzy bez vzorků

$$c = \frac{m_3}{m_1}$$

Acido-detergentní lignin (ADL)

- Stanovení vážkově jako zbytek po působení kyseliny sírové
- Postup: filtrační sáčky se vzorky, které prošly kyselou hydrolýzou pro stanovení ADF, se vloží do roztoku kyseliny sírové a jsou extrahovány po dobu 3 hodin. Po extrakci se sáčky propláchnou destilovanou vodou. Propláchnuté vzorky se vysuší. Vysušené sáčky se zváží a jsou spáleny v předem zvážených porcelánových kelímcích při teplotě 550 °C.

4.5 Výpočty

OH organická hmota se stanovuje z chemické analýzy výpočtem jako rozdíl mezi obsahem sušiny a popela (g/kg sušiny):

SOH v % se vypočítá podle vzorce:

$$\text{SOH} = \left(\frac{100 - (100 * m_3 - (m_1 * c_1) - ((m_4 - m_5) * c_2))}{m_2 * OH_k} \right) * 100$$

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost navážky vzorku v g

m_3 = hmotnost sáčku po hydrolýze a vysušení v g

m_4 = hmotnost spáleného kelímku v g

m_5 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

c_1 = korekční faktor prázdných sáčku dané do analýzy bez vzorků

$$c = \frac{m_3}{m_1}$$

c_2 = korekční faktor prázdných sáčku dané do analýzy bez vzorků

$$c = \frac{m_4 - m_5}{m_1}$$

OH_k = Organická hmota v sušině – koeficient

$$OH_k = \frac{(S - P) * c_1}{100}$$

S = sušina v %

P = popeloviny

c_1 = korekční faktor vypočítaný dle vzorce:

$$c_1 = \frac{100}{S}$$

Bezdušikáté látky výtažkové byly určeny jako rozdíl mezi sušinou a analyzovanými živinami (popeloviny, dusíkaté látky, tuk a hrubá vláknina)

$$\% \text{BNLV} = \text{sušina} - (\% \text{NL} + \% \text{tuku} + \% \text{vlákniny} + \% \text{popelovin})$$

4.6 Vyhodnocení výsledků

Číselná data získaná v experimentech byla uspořádána do jednotlivých tabulek, graficky zobrazena a statisticky vyhodnocena s využitím tabulkového programu MS Excel a statistických metod ANOVA - Tukeyho HSD test.

5 Výsledky

5.1 Parametry výkrmnosti

Tabulka 7 – Naměřené parametry výkrmnosti

	živá hmotnost ve 32 dnech věku	živá hmotnost v 67 dnech věku	živá hmotnost v 74 dnech věku	živá hmotnost v 81 dnech věku	přírůstek za dobu výkrmu	JUT (%)
K	778,9	2616,9	2678,0	3321,1	2542,2	60,6
C+10	762,2	2491,8	2906,7	3263,3	2501,1	58,9
C+18	716,7	2395,6	2745,6	3068,9	2352,2	59,7

Králci dosahovali porážkové hmotnosti 2600 g už v 67 dnech věku. O týden později to bylo ve skupinách K a C+10 po 100 % a v případě skupiny C+18 to bylo 78 % zvířat.

Tabulka 8 - Konverze krmiv

	konverze do 67. dne věku	konverze do 74. dne věku	konverze do 81. dne věku
K	2,76	3,05	3,29
C+10	2,98	3,19	3,48
C+20	3,24	3,45	3,70

Hodnota konverze krmiv byla po celou dobu výkrmu nejvyšší pro skupinu zvířat krmenou směsí C+18 (s 18% obsahem sušené hmoty čiroku). Nejnížší hodnoty byly stanoveny pro kontrolní skupinu K, které bylo podáváno krmivo bez čirokové hmoty. Pro směs K se hodnoty pohybovaly 2,76 – 3,29. Pro směs C+10 byla konverze 2,98 – 3,48. U směsi C+20 činila konverze 3,24-3,70.

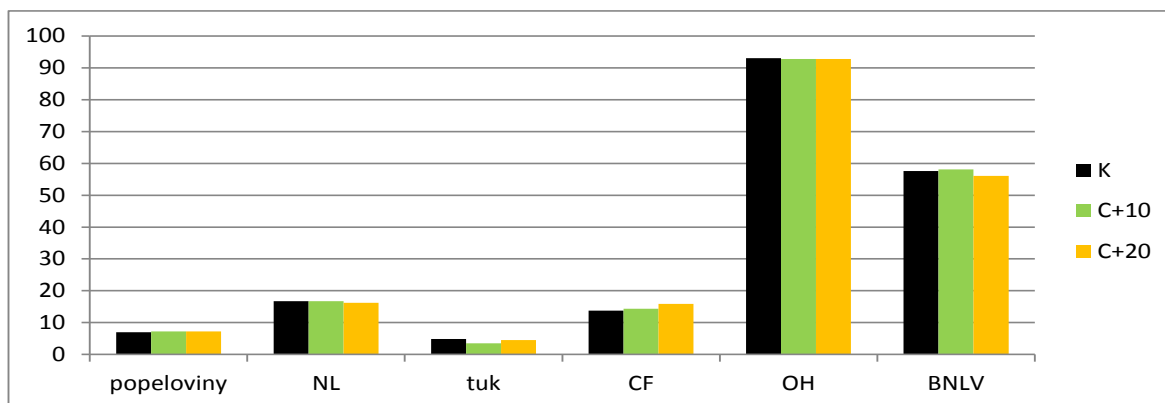
5.2 Obsah základních nutričních charakteristik v krmných směsích

Tabulka 10 zobrazuje výživové hodnoty, přepočítané na 100 % sušinu, u testovaných krmných směsí K, C+10 a C+18. Obsah jednotlivých živin v původních krmných směsích byl určen:

- analyticky u popelovin, dusíkatých látek, tuku, hrubé vlákniny (viz kapitola 4.4)
- výpočtem u organické hmoty a BNLV

Tabulka 9 - Obsah živin v testovaných krmných směsích

	popeloviny	NL	tuk	CF	OH	BNLV
K	6,99	16,74	4,89	13,78	93,01	57,60
C+10	7,26	16,76	3,54	14,38	92,74	58,06
C+18	7,25	16,24	4,54	15,88	92,75	56,09



Graf 1 - Grafické znázornění obsahu živin v krmných směsích

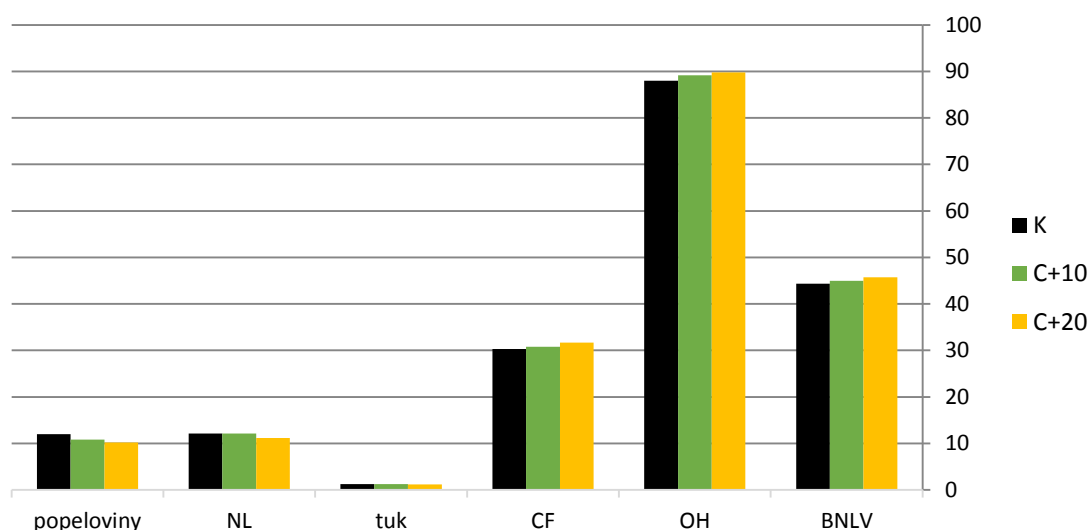
Výsledky základních nutričních charakteristik jsou uvedeny v tabulce 9. Jak je vidět, obsah popelovin se pohyboval v rozmezí 6,99 až 7,26 %. Obsah dusíkatých látek byl stanoven v rozmezí 16,24 – 16,76 %. Tuk 3,54 – 4,89 %, hrubá vláknina se pohybovala v rozmezí 13,78 – 15,88 %, podíl organické hmoty 92,74 – 93,01 % a bezdusíkaté látky výtahové 56,09 – 57,60 %.

5.3 Obsah živin ve výkalech

Obsah jednotlivých živin ve výkalech byl určen analyticky, viz kapitola 4.4

Tabulka 10 - Analyticky stanovený obsah živin ve výkalech

	popeloviny	NL	tuk	CF	OH	BNLV
K	11,98±0,67	12,11±0,47	1,23±0,15	30,33±0,47	88,02±0,67	44,35±0,83
C+10	10,84±1,06	12,16±0,64	1,25±0,23	30,80±0,71	89,16±1,06	44,95±0,59
C+18	10,23±0,77	11,17±0,67	1,20±0,13	31,67±0,75	89,77±0,77	45,72±0,91



Graf 2 - Množství živin ve výkalech

Vzorky výkalů byly analyzovány a byla stanovena hodnota rezistentních živin. Vyšší hodnota zbývajících živin ve výkalech ukazuje na nižší stravitelnost.

Nejvíce nestrávených popelovin se objevilo ve skupině krmené kontrolní směsí K. N-látky a tuk ve výkalech převažovaly u skupiny krmené směsí C+10. Nejvíce zbytků hrubé vlákniny, organické hmoty a BNLV se vykytovalo u skupiny krmené C+18 směsí.

5.4 Stravitelnost živin

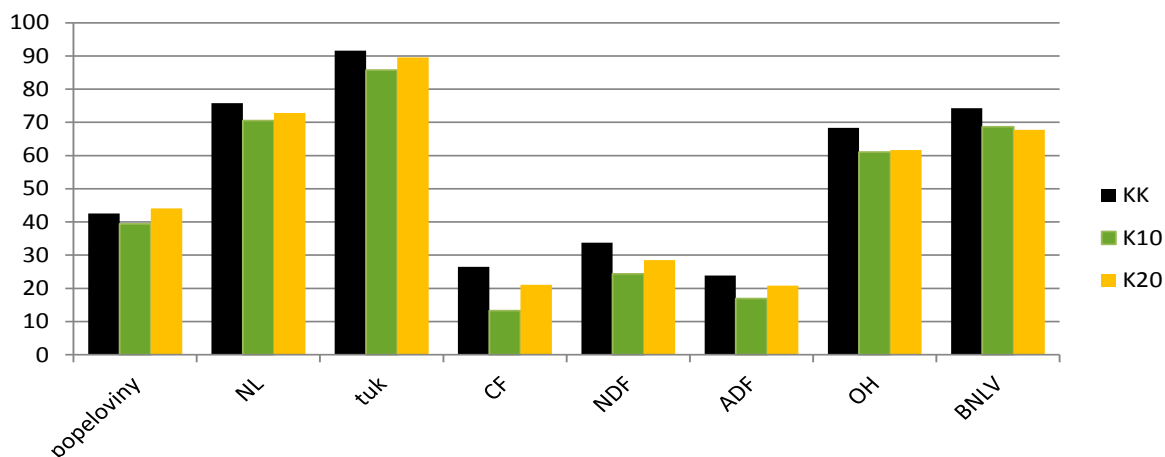
Stravitelnost byla spočítána jako rozdíl obsahu živin v krmivu a v tuhých výkalech, vyjádřena koeficientem stravitelnosti (v %).

Při zjišťování bilanční stravitelnosti zanedbáváme skutečnost, že výkaly obsahují také živiny endogenního původu, které nepocházejí přímo ze zkoumaného krmiva, ale z organismu zvířete. Jede např. o živiny z trávicích šťáv, žluči, hlenu, z uvolněných buněk sliznice trávicího traktu nebo o živiny syntetizované mikrobiální populací z jiných živin degradovaného krmiva. Jejich vliv je tím větší, čím je přívod živin potravou menší. S poklesem příjmu se relativní podíl endogenní frakce ve výkalech zvyšuje a v extrémním

případě, při nízkém obsahu určité živiny v pokusné krmné dávce, může být hodnota bilanční stravitelnosti záporná, protože se ve výkalech vyloučilo více, než bylo přijato v krmivu (Dvořáčková et al., 2011).

Tabulka 11 - Porovnání hodnot koeficientu stravitelnosti jednotlivých živin v rámci krmiv

	popeloviny	NL	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
K	42,58±6,1	75,80±1,5	91,60±15	26,46±2	33,73±1,68	23,82±1,2	68,37±1,05	74,27±0,91
K10	39,37±8,3	70,57±2,8	85,74±2,7	13,27±3	24,40±2,3	16,89±2,7	61,06±1,28	68,64±0,9
K20	44,09±5,8	72,78±2,2	89,55±3,95	21,07±3	28,54±3,3	20,79±3,3	61,68±2,09	67,70±2,17



Graf 3 - Graficky znázorněné hodnoty koeficientu stravitelnosti

Z grafu 3 vyplívá, že u kontrolní směsi K, dosahovaly hodnoty stravitelnosti nejvyšších hodnot u dusíkatých látek, tuku, hrubé vlákniny, NDF, ADF, OH i BNLV. Směs C+18 dosahovala nejnižší hodnoty stravitelnosti u BNLV a nejvyšších hodnot u popelovin. Směs C+10 vykazuje, co se koeficientu stravitelnosti týče, nejnižší hodnoty u popelovin, dusíkatých látek, tuku, hrubé vlákniny, NDF, ADF a OH.

5.5 Statistická data

Data byla zpracována statistickou metodou ANOVA - Tukeyho HSD test. Porovnávány byly rozptyly stravitelnosti živin jednotlivých krmných směsí. Bylo testováno, zda existuje statisticky významný rozdíl ve stravitelnosti analyzovaných krmných směsí. Jednotlivé

testované živiny byly: popeloviny, dusíkaté látky, tuk, hrubá vláknina, neutrálně-detergentní vláknina, acido-detergentní vláknina, organická hmota a bezdusíkaté látky výtahkové.

Testování statistických hypotéz umožňuje posoudit, zda experimentálně získaná data vyhovují předpokladu, který jsme před provedením testování učinili. Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa.

5.5.1 Bilance stravitelnosti krmných směsí

Tabulka 12 - Statistické charakteristiky stravitelnosti kontrolní směsi K

K	popeloviny	NL	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
průměr	42,58	75,80	91,60	26,46	33,73	23,82	68,37	74,27
směrodatná odchylka	6,10	1,54	1,45	2,30	1,68	1,24	1,05	0,91
minimum	27,45	73,80	89,46	20,73	30,86	21,95	65,93	72,40
Max	49,71	78,87	94,53	29,23	36,74	25,62	70,11	75,27
střední chyba	0,14	0,02	0,02	0,09	0,05	0,05	0,02	0,01

Průměrné hodnoty stravitelnosti u kontrolní směsi K dosahovaly v rámci popelovin 42,58 % ± 6,1. U dusíkatých látek průměrná hodnota stravitelnosti dosahovala 75,8 % ± 1,54. Průměrná stravitelnost tuku činila 91,6 % ± 1,45. Průměrná hodnota stravitelnosti hrubé vlákniny byla 26,46 % ± 2,3. U neutrálně-detergentní vlákniny byla průměrná hodnota 33,73 % ± 2,3. Acido-detergentní vláknina dosahovala průměrné stravitelnosti 23,82 % ± 1,24. Průměrná hodnota stravitelnosti organické hmoty činila 68,37 % ± 1,05. Bezdusíkaté látky výtahkové byli stravitelné v průměru 74,27 % ± 0,91.

Tabulka 13 - Statistické charakteristiky stravitelnosti pokusné směsi C+10

C+10	popeloviny	NL	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
průměr	39,37	70,57	85,74	13,27	24,40	16,89	61,06	68,64
směrodatná odchylka	8,32	2,79	2,72	3,31	3,32	2,72	1,28	0,92
minimum	22,17	63,70	81,16	5,44	15,83	12,08	58,24	66,56
Max	52,23	73,62	89,60	17,48	27,57	20,35	62,46	69,34
střední chyba	0,21	0,04	0,03	0,25	0,14	0,16	0,02	0,01

Průměrné hodnoty stravitelnosti u pokusné směsi C+10 dosahovaly v rámci popelovin 39,37 % ± 8,32. U dusíkatých látek průměrná hodnota stravitelnosti dosahovala 70,57 % ± 2,79. Průměrná stravitelnost tuku činila 85,74 % ± 2,72. Průměrná hodnota stravitelnosti hrubé vlákniny byla 13,27 % ± 3,31. U neutrálně-detergentní vlákniny byla průměrná hodnota 24,4 % ± 3,32. Acido-detergentní vláknina dosahovala průměrné stravitelnosti 16,89 % ± 2,72. Průměrná hodnota stravitelnosti organické hmoty činila 61,06 % ± 1,28. Bezdušíkaté látky výtahové byli stravitelné v průměru 68,64 % ± 0,92.

Tabulka 14 - Statistické charakteristiky stravitelnosti pokusné směsi C+18

C+18	popeloviny	NL	tuk	CF	NDF	ADF	OH	BNLV
průměr	44,09	72,78	89,55	21,07	28,54	20,79	61,68	67,70
směrodatná odchylka	5,81	2,16	1,56	3,95	3,20	3,30	2,09	2,17
minimum	34,60	69,35	85,87	15,31	23,08	15,00	58,36	64,03
Max	53,43	76,10	91,63	25,87	32,68	24,78	64,82	71,18
střední chyba	0,13	0,03	0,02	0,19	0,11	0,16	0,03	0,03

Průměrné hodnoty stravitelnosti u pokusné směsi C+18 dosahovaly v rámci popelovin 44,09 % ± 5,81. U dusíkatých látek průměrná hodnota stravitelnosti dosahovala 72,78 % ± 2,16. Průměrná stravitelnost tuku činila 89,55 % ± 1,56. Průměrná hodnota stravitelnosti hrubé vlákniny byla 21,07 % ± 3,95. U neutrálně-detergentní vlákniny byla průměrná hodnota 28,54 % ± 3,2. Acido-detergentní vláknina dosahovala průměrné stravitelnosti 20,79 % ± 3,3. Průměrná hodnota stravitelnosti organické hmoty činila 61,68 % ± 2,09. Bezdušíkaté látky výtahové byli stravitelné v průměru 67,7 % ± 2,17.

Tabulka 15 - Vzájemné porovnání průměrných hodnot stravitelnosti jednotlivých živin u testovaných krmných směsí (Výsledky jsou uvedeny v % jako průměr ± směrodatná odchylka)

	K	C+10	C+18
Popeloviny	42,58±6,1	39,37±8,32	44,09±5,81
NL	75,80±1,54	70,57±2,79	72,78±2,16
Tuk	91,6±1,45	85,74±2,72	89,55±1,56
CF	26,46±2,3	13,27±3,31	21,07±3,95
NDF	33,73±1,68	24,4±3,32	28,54±3,2
ADF	23,82±1,24	16,89±2,72	20,79±3,3
OH	68,37±1,05	61,06±1,28	61,68±2,09
BNLV	74,27±0,91	68,64±0,92	67,7±2,17

Při porovnání statistických ukazatelů u jednotlivých krmných směsí vykazuje kontrolní krmná směs K nejvyšší průměrné hodnoty stravitelnosti a minimální odchylky pro většinu analyzovaných živin (vyjma popelovin). Krmná směs C+10 s 10 % obsahem sušené zelené hmoty čiroku vykazuje nejnižší hodnoty stravitelnosti v porovnání s kontrolní směsí K a pokusnou směsí C+18. Jediná průměrná hodnota u BNLV přesahuje stravitelnost u směsi C+18 o 0,94%. Krmná směs C+18 s 18% sušené zelené hmoty čiroku vykazuje nejvyšší průměrnou hodnotu stravitelnosti u popelovin (44,09%), ale celkově se průměrné hodnoty pohybují na úrovni mezi směsí K a C+10.

5.5.2 Popeloviny

Tabulka 16 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti popelovin v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,622441	0,897950
C+10	0,622441		0,366635
C+18	0,897950	0,366635	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa.

Při testování popelovin se neobjevil statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými krmnými směsmi ($p > 0,05$).

5.5.3 Dusíkaté látky

Tabulka 17 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti dusíkatých látek v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000366	0,031373
C+10	0,000366		0,137230
C+18	0,031373	0,137230	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

U dusíkatých látek byl vyhodnocen vztah mezi krmnou směsí K a C+10 jako statisticky vysoce významný ($p < 0,01$), mezi K a C+18 jako významný ($p < 0,05$) a mezi C+10 a C+18 jako statisticky nevýznamný ($p > 0,05$).

5.5.4 Tuk

Tabulka 18 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti tuku v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000138	0,122240
C+10	0,000138		0,002408
C+18	0,122240	0,002408	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

Další z hodnocených parametrů byl tuk. Z analýzy vyplývá velmi významný statistický rozdíl ($p < 0,01$) mezi směsmi K a C+10 a zároveň mezi C+10 a C+18. Rozdíl mezi hodnotami tuku pro směsi K a C+18 byl statisticky nevýznamný ($p > 0,05$).

5.5.5 Hrubá vláknina

Tabulka 19 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti hrubé vlákniny v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000129	0,008096
C+10	0,000129		0,000318
C+18	0,008096	0,000318	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

U hrubé vlákniny byli statisticky velmi významné rozdíly ($p < 0,01$) vzájemně pro všechny krmné směsi, tzn. pro K, C+10 i C+18.

5.5.6 NDF

Tabulka 20 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti NDF v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000130	0,003489
C+10	0,000130		0,019698
C+18	0,003489	0,019698	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

U neutrálně-detergentní vlákniny byli velmi významné statistické rozdíly ($p < 0,01$) mezi směsí K a C+10, stejných výsledků dosáhlo i porovnání směsí K se směsí C+18. Mezi směsí C+10 a C+18 byl statistický významný rozdíl ($p < 0,05$).

5.5.7 ADF

Tabulka 21- Statistické vyhodnocení stravitelnosti ADF v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000170	0,067013
C+10	0,000170		0,015210
C+18	0,067013	0,015210	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

U acido-detergentní vlákniny se objevily statisticky významné rozdíly mezi směsí C+10 a C+18, velmi významné rozdíly mezi K a C+10. Mezi směsí K a C+18 nebyli pozorovány významné statistické rozdíly ($p>0,05$).

5.5.8 OH

Tabulka 22 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti OH v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000129	0,000129
C+10	0,000129		0,702018
C+18	0,000129	0,702018	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

Organická hmota vykazovala ve výsledcích velmi významné statistické rozdíly ($p<0,01$) mezi směsí K a C+10 a směsí K a C+18. Mezi C+10 a C+18 (směsí obsahující čirok) nebyl pozorován významný statistický rozdíl ($p>0,05$).

5.5.9 BNLV

Tabulka 23 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti BNLV v rámci jednotlivých krmných směsí

	K	C+10	C+18
K		0,000129	0,000129
C+10	0,000129		0,417862
C+18	0,000129	0,417862	

Červená čísla ukazují statisticky významné rozdíly a zároveň je to i hladina významnosti alfa

Poslední testovanou skupinou látek byly bezdusíkaté látky výtažkové. Zde je velmi významný statistický rozdíl ($p<0,01$) u směsí K porovnané se směsí C+10 i C+18, ale mezi směsí obsahující čirok C+10 a C+18 nebyl pozorován statisticky významný rozdíl ($p>0,05$).

6 Diskuze

Porovnávány byly celkem tři kompletní krmné směsi s rozdílným složením. Směs K byla směsí kontrolní, směs C+10 obsahovala 10 % sušené zelené hmoty čiroku a směs C+18 obsahovala této hmoty 18%. Dle Zemana (2006), patří čirok mezi glycidová krmiva s nízkým stupněm lignifikace a nízkým obsahem vlákniny. Vyznačuje se vysokou stravitelností organických živin a velkou koncentrací energie. Je však méně chutný a proto se běžně zkrmuje společně s jinými obilovinami. Nutriční hodnoty kompletních krmných směsí, které byly podávány králíkům v průběhu experimentu, jsou porovnávány s informacemi předchozích dostupných výzkumů.

Z hlediska sušiny obsahovala směs K celkem 89,4% sušiny, směs C+10 obsahovala 90,09 % a směs C+18 také 90,09%. Následně byly naměřené nutriční hodnoty přepočítány na 100% sušinu za účelem sjednocení údajů.

Stanco et al. (2003) uvádí průměrnou hodnotu organické hmoty v komerční dietě pro králíky 90,4 %. V testovaných krmných směsích se průměrná hodnota organické hmoty pohybovala 92,74 % u směsi C+10, 92,75 % u směsi C+20 a 93,01 u směsi K.

Hodnoty hrubé vlákniny v kompletních krmných směsích pro vykrmované králíky se v jednotlivých pramenech uvádějí v rozmezí od 10 do 17 %. Uvedené hodnoty pro hrubou vlákninu jsou v rozpětí 10 až 14 % (Halls, 2010). Lebas et al. (1997) uvádí obsah hrubé vlákniny 13 – 14 % jako dostatečný pro rostoucí zvířata. Villamide et al. (2009) uvádí průměrné množství hrubé vlákniny v experimentální krmné směsi pro vykrmované králíky 16,6 %. V práci Stanco et al. (2003) se naměřené průměrné hodnoty v komerčních krmivech dostávají až na hodnotu 17 % ($\pm 1,53$). Dle autora Rafay (2013) se podíl vlákniny v kompletních krmných směsích se optimalizuje na úroveň 14 -16%. Mayer (2015) uvádí, že dostatečné množství vlákniny (kolem 15%) je nezbytné pro správnou motilitu střev a minimalizaci střevních onemocnění. Analyzované vzorky v tomto experimentu dosahovaly průměrných hodnot 13,87 – 15,87 %, kdy se nižší hodnoty vyskytovaly u kontrolní krmné směsi bez zastoupení sušené zelené hmoty čiroku. Vyšší hodnoty hrubé vlákniny obsahovala směs s 18 % zastoupení čiroku (C+18).

Požadované množství tuku v dietě pro králíky je uvedeno v rozpětí 2 až 3 (Lebas, 1980). Halls (2010) uvádí pozitivní vliv na lesk srsti při obsahu tuku v krmné dávce v rozmezí 2 – 5 %. Rafay (2013) stanovuje optimální obsah tuku v krmivu na 5 %. Veselý (2007) uvádí, že krmná dávka by měla obsahovat u chovných králíků 2,5 % tuku, březích samic 3 % tuku a u kojících samic 4 % tuku. Literární zdroje tedy uvádějí optimální obsah tuků v krmných směsích 2 – 5 %. V analyzovaných vzorcích se hodnoty tuku pohybují mezi hodnotami 3,54 – 4,89 %.

Doporučené množství dusíkatých látek bylo odhadováno pouze na základě pravidelných uspokojivých krmných dávek. Množství dusíkatých látek by mělo být v množství 15 – 16 % dostatečné pro kategorii vykrmovaných králíků (Lebas et al., 1997). Halls (2010) uvádí optimální v množství NL v krmné směsi pro králíky ve výkrmu 16%. Dotace dusíkatých látek v krmných dávkách je významným tématem řady studií. Názory však nejsou jednotné. U mladých rostoucích králíků je obecně doporučeno nižší dávkování dusíkatých látek v krmných dávkách. V kompletních směsích pro mláďata je to vyjádřeno hladinou 16 – 17 % NL. I při sestavování krmné dávky z tradičních krmiv pro mláďata do 3 měsíců věku je nutno pamatovat na možnost překrmení dusíkatými látkami (Martinec, 2011). Rafay (2013) uvádí obsah v krmných směsích pro vykrmované králíky 17 %. Množství naměřených dusíkatých látek se pohybují 16,24 – 16,76%, což odpovídá popisovanému standardu.

Acido-detergentní vláknina v krmivu králíků je nezbytná pro snížení rizika trávicích potíží po odstavení. Gidenne (2015) uvádí minimální požadavek na ADF 18%. Villamide et al. (2009) použil krmnou směs o průměrném obsahu 19,6 %. Stanco et al. (2003) uvádí 2,3 %. Nicméně v analyzovaných vzorcích krmiva se ADF pohybovala v rozmezí 14,08 % u směsi bez přídavku čiroku a 16,96 % u směsi na základě 18% čirokové hmoty. 17-19 % Lebas (2004).

Villamide et al. (2009) použil v experimentu krmnou směs pro vykrmované králíky s průměrným obsahem 36,8 % NDF. Stanco et al. (2003) uvádí optimum 36,4 %. Lebas (2004) ve své práci uvádí hodnoty v rozmezí 31-32 %. V analýze vzorků obsahovala směs K 29,6 % NDF, směs C+10 32,1 % a směs C+18 33,7 %. Směsi obsahující čirok se tak nachází v rozpětí 31 – 36,8 %, které uvádějí literární zdroje.

Vzhledem k tomu, že BNLV je velice komplexní obsah živin, který zahrnuje škrob, glykogen, jednoduché cukry, inulin, pektiny a další. Je velmi obtížné stanovit a definovat množství jednotlivých složek. Na základě analýz bylo určeno množství BNLV na 57,6 % u kontrolní směsi K, 58,06 % u pokusné směsi C+10, 56,09 % u směsi 56,09 %. V diskuzi se zaměřujeme především na obsah škrobu, jakožto diskutované živiny, ovšem konkrétní hodnoty pro kontrolní a pokusné krmné směsi nebyly stanoveny. Hermuth et al. (2012) uvádí, že obsah škrobu v rostlině čiroku cukrového je asi 1% a jeho obsah se ve zralé rostlině zvyšuje. Kazuo Otutumi et al. (2005) a Gidenne (2000) tvrdí, že extruze čiroku zlepšuje ileální stravitelnost škrobu a může zvýšit svou energetickou hodnotu a snížit zdravotní rizika. Lebas (2013) doporučuje dávku škrobu ve vyvážené krmné dávce méně než 16 %.

7 Závěr

V experimentální části práce byla stanovena bilanční stravitelnost jednotlivých živin. Na jejím základě dosahovala kontrolní směs K nejvyšších hodnot koeficientu stravitelnosti. Ovšem zvířata prospívala a dobře rostla i při zkrmování pokusných směsí C+10 a C+18 se zastoupením sušené zelené hmoty čiroku. Na základě bilančního pokusu nelze vyvrátit hypotézu, že čirok cukrový je vhodným komponentem do kompletních krmných směsí pro vykrmované králíky. Je třeba si uvědomit, že pro hodnocení nutričních hodnot krmiv je jedním z nejdůležitějších faktorů, vedle posouzení stavu zvířat, i doba sklizně samotných rostlin.

8 Seznam použité literatury

- ABUBAKAR, M., DOMA, U. D., KALLA, D. J. U., NGELE, M. B., AUGUSTINE, C. L. D., 2006. Effects of dietary replacement of maize with malted or unmalted sorghum on the performance of weaner rabbits. *Livest. Res. Rural Dev.*, 19 (5): 65
- ADAMČÍK, J., PAZDERŮ, K., PULKRÁBEK, J. 2012. Vlastnosti semen a osiva čiroku. *Agromanuál*. 7 (1): 82 – 83.
- AL-MAMARY, M., MOLHAM, A. H., ABDULWALI, A. A. AL-OBEIDI, A. 2001. In vivo effects of dietary sorghum tannins on rabbit digestive enzymes and mineral absorption. *Nutrition Research*, 21(10): 1393-1401
- ALMODARES, A., HADI, M. R. 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *African Journal of Agricultural Research*, (4): 772-780
- AWIKA, J. M. ROONEY, L. W. 2004. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9): 1199-1221.
- BALOTA, M. 2012. Sorghum (*Sorghum vulgare*, L.) Marketability: Grain Color and Relationship to Feed Value.
- BELENGUER, A., BALCELLS, J., GUADA, J. A., DECOUX, M., MILNE, E. 2005. Protein recycling in growing rabbits: contribution of microbial lysine to amino acid metabolism. *British Journal of Nutrition*, 94: 763-770. doi:10.1079/BJN20051508.
- BENKEBLIA, N. 2014. Polysaccharides: Natural Fibers in Food and Nutrition. CRC Press.
- BLAS, C., GARCÍA, J., CARABAÑO, R. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. In *Annales de zootechnie*. 48(1): 3-13.
- BLAS, C., WISEMAN, J. 2010. Nutrition of the rabbit. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI. ISBN 9781845936693.

- BLAŽKOVÁ, K., VÝBORNÁ, A., ČERMÁKOVÁ, J. 2015. Výživa a krmivářství. Evropský sociální fond.
- BONNAL, 2015. CIRAD. In: Heuzé V., Tran G., Lebas F., 2015. Sorghum grain. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/224>
- BROWN, S., SHAPIRO, A., SMITH, S. M. 2006. Brambley hedge, rabbit rescue. 26 pp.
- CARABAÑO LUENGO, R., 1995. Valor nutritivo de los cereales en conejos. XI Curso de Especialización FEDNA, Barcelona. 6 pp.
- CARREGAL, R. D., FANELLI, S. M. L., FERRAZ, J. B. S., 1980. Partial and total substitution of the corn by sorghum in rations of growing rabbits. 2nd World Rabbit Congress; Barcelona 2: 260-264
- DVOŘÁČKOVÁ, J., DOLEŽAL, P., HLADKÝ, J., VYSKOČIL, I. 2011. Hodnocení výživné hodnoty krmiv. Ústav výživy zvířat a pícninářství. Brno.
- EGBO, M. L., ADEGBOLA, T. A., OYAWOYE, E. O., ABUBAKAR, M. M., 2007. Effect of dietary energy sources on growth performance, nutrient digestibility and carcass characteristics of rabbits. *Anim. Prod. Res. Adv.*, 3 (2): 115-120
- ESPINOZA, L. KELLEY, J. 2006. *Grain sorghum production handbook*. MP 297. Kansas: Cooperative Extension Service university of Arkansas. ISBN MP297-3M-1-04RV.
- FOSTER, R., SMITH, M. 2005. Dental anatomy and dental care for rabbits and rodents. In: *Peteducation* [online]. [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: <http://www.peteducation.com/article.cfm?c=18+1798&aid=3078>
- GARBER, E. D., et al. 1950. Cytotaxonomic studies in the genus *Sorghum*. *University of California Publications in Botany*. 23: 283-362

- GIDENNE, T., 2000. Recent advances in rabbit nutrition: emphasis on fibre requirements. A review. *World Rabbit Science*, 8 (1): 23-32
- GIDENNE, T. 2015. Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*. 9(02): 227-242.
- GIDENNE, T., LEBAS, F. 2002. Role of dietary fibre in rabbit nutrition and in digestive troubles prevention. In *Memorias 2 Congreso de Cunicultura. La Habana, Cuba*. 47-59pp
- GONGNET, G. P., ASSANE, M., DEZOUNBE, D., 1993. Effect of different protein intakes on growth performance of rabbits of local breeds. *Ann. Zootech.*, 42 (1): 75-79
- GRULICH, V. 2013. Sorghum bicolor (L.) Moench – čirok obecný. In: *Botany* [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://botany.cz/cs/sorghum-bicolor/>
- HABARTOVÁ, M., CORSANO, R. 2009. Jídelníček králíka. In: *Kralici* [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://www.kralici.cz/pages.asp?f=krmeni#granule>
- HALLS, A. E. 2008. Caecotrophy in Rabbits. Nutreco Canada Inc.
- HALLS, A. E. 2010. Nutritional Requirements for Rabbits. Nutreco Canada Inc.
- HERMUTH, J., JANOVSÁ, D. 2003. Využití genetických zdrojů čiroků, jejich potenciálu pro možný šlechtitelský program v České republice. 57.
- HERMUTH, J., JANOVSÁ, D., USŤAK, S. 2014. Genofond čiroku obecného Sorghum bicolor (L.) Moench a možnosti jeho využití v podmínkách ČR. In: Papoušková, L. (ed.). Genetické zdroje rostlin v ČR po 20 letech existence Národního programu. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. 30-36.
- HERMUTH, J., JANOVSÁ, D., STRAŠIL, Z., USŤAK, S., HYSEK J. 2012. Čirok obecný Sorghum bicolor (L.) Moench, možnosti využití v podmínkách České Republiky. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 52 p. ISBN 978-80-7427-093-2

HEUZÉ V., TRAN G., GIGER-REVERDIN S., LEBAS F., 2015. Sorghum forage. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO [online]. Dostupné z: <http://www.feedipedia.org>

HOUSE, L. R. 1985. A Guide to Sorghum Breeding. ICRISAT. (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) Patancheru, Andhra Pradesh, India

CHEEKE, P. R. 1987. Rabbit Feeding and Nutrition. Orlando. Academic Press Inc. 376 p.

JOHNSON-DELANEY, C. A. 2006. Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. In: *Proc. Assoc. Avian Vet.* 9-17.

KAZUE OTUTUMIL, L., FURLAN, A. C., SCAPINELLO, C., NUNES MARTINS, E., PERALTA, R. M., LOPES DE SOUZA, D., SANTOLIM, M. L. R., 2005. Digestibility and intestinal enzymatic activity of growing rabbits fed different sources of starch processed or not by extrusion. *Rev. Bras. Zootec.*, 34 (2): 557-567

KOPÁČOVÁ, O. 2007. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. ÚZPI.

KULOVANÁ, E. 2001. Výživa a krmení brojlerových králíků. *Náš chov* [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vyziva-a-krmeni-brojlerovych-kraliku/>

KULP, K., PONTE, J. G. 2000. Handbook of cereal science and technology. 2nd ed., rev. and expanded. New York. Food science and technology. 790 p. ISBN 08-247-8294-1.

LEBAS, F. 2000. Vitamins in rabbit nutrition: Literature review and recommendations. *World Rabbit Science.* 8(4): 185-192

LEBAS, F. 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. Proceedings of the 8th World Rabbit Congress. Mexico.

LEBAS, F., COUDERT, P., DE ROCHAMBEAU, H., THÉBAULT, R. G. 1997. The rabbit: Husbandry, health, and production. Food and agriculture organization of the United nations. Rome. ISBN 92-5-103441-9.

LUPIEN, J. R. 1990. Codex standards for cereals, pulses, legumes and derived products. Supplement 1 to Codex Alimentarius. Rome, FAO/WHO. 18: 33

LUKEFAHR, S. D., 1998. Rabbit production in Uganda: Potential versus opportunity. World Rabbit Science, 6 (3-4): 331-340

MARSALIS, M. 2011. Sorghum forage production in new Mexico. Las Cruces: New Mexico State University Agricultural Experiment Station.

MARTINEC, M. 2011. Výživa a krmení králíků – je to věda? In: *Klub chovatelů králíků Velkých světlých stříbřitých* [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://klubvss.cz/wp-content/uploads/2011/02/VyzivaAKrmeniKraliku.pdf>

MAYER, J. 2015. Nutrition of Rabbits [online]. The Merck veterinary manual. [cit. 20. 2. 2016]. Dostupné z: http://www.merckvetmanual.com/mvm/exotic_and_laboratory_animals/rabbits/nutrition_of_rabbits.html

MCWILLIAMS, D. A. 2001. Nutritional pathology in rabbits: current and future perspectives. Ontario Commercial Rabbit Growers Association (OCRGA) Congress. 21 p.

MORALES-ZUNIGA, E., 1980. The utilization of root floor of buffalo gourd (*Cucurbita foetidissima*) for feeding rabbits in northern Mexico. 2nd World Rabbit Congress, Barcelona. 2: 225-241

MOUDRÝ, J. 2006. Alternativní, maloobjemové, potravinářské plodiny: Čirok (*Sorghum Adams*) [online]. [cit. 2. 11. 2015]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/2/index.html>

MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. 1999. *Pěstování alternativních plodin učební texty*. Jihočeská univerzita Zemědělská fakulta. České Budějovice. 26 p.

MRKVICOVÁ, E., KRATOCHVÍLOVÁ, P., VYSKOČIL, I., MAREŠ, P., VEČEREK, M., KŘÍŽOVÁ, Š., VAŠÁTKOVÁ, A. 2007. Kyanogenní glykosidy. In: *Katalog krmiv* [online]. Brno [cit. 13. 2. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/page.php?lang=cze&id=7

MURIU, J. I., NJOKA-NJIRU, E. N., TUITOEK, J. K., NANUA, J. N., 2002. Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor*) as replacement for maize in the diet of growing rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15 (4): 565-569

NGODDY, P. O. 1989. Sorghum milling in Nigeria. a review of industrial practice, research and innovations. Symposium on the Current Status and Potential of Industrial Uses of Sorghum in Nigéria. In: *Sorghum and millets in human nutrition*. Lanham, MD: UNIPUB, 1995, iv, 184 p. ISBN 9251033811.

OMOLE, T. A., 1982. The effect of level of dietary protein on growth and reproductive performance in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.*, 5 (3): 83-88

PARTRIDGE, G. G. 1989. Nutrition of farmed rabbits. *Proceedings of the Nutrition Society*, 48, 93-101. doi:10.1079/PNS19890013.

PETR, J. 2011. Rozšíření spektra rostlinných produktů pro dietu při celiakii,. *Potravinářská revue*. 7 (5): 11–15

POZDÍŠEK, J. 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých píceňin a trvalých travních porostů: metodika. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu. 38 s. ISBN 9788087144060.

PŘIKRYL, J., DOLEŽAL, P., DVOŘÁČEK, J. 2009. Krmivářství: Uplatnění vícesechných čiroků ve výživě a krmení zvířat (*II. část*). Profi Press. (4)

RAFAY, J. 2013. Chov králikov [online]. Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra [cit. 2016-02-13]. Dostupné z: <http://www.chzvmos.sk/chov-kralikov/articles/chov-kralikov-uvod.html>

ROONEY, L. 2005. Ten myths about tannins in sorghums. *Journal of SAT Agricultural Research*. 1(1): 3. ISSN: 0973-3094

SERNA-SALDIVAR, S., ROONEY, L. W. 1995. Structure and chemistry of sorghum and millets. *Sorghum and millets: Chemistry and technology*, 69-124.

SKLÁDANKA, J. 2006. Čirokec obecný. In: *Ústav výživy zvierat a pícninárstvi* [online]. [cit. 13. 2. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=cirok.html

SMITH, C. W., FREDERIKSEN, R. A. 2000. Sorghum: Origin, history, technology, and production. Vol. 2. John Wiley & Sons.

SMITH, M., MEEHAN, C. L., MA, J. M. 2009. Rabbits - From the Animal's Point of View: Rabbit Nutrition. ANR 8376. California. ISBN-13: 978-1-60107-648-9

STANCO, G., DI MEO, C., CALABRO, S., NIZZA, A. 2003. Prediction of nutrition value of diets for rabbits using an in vitro gas technique. *World Rabbit Science*. 11: 199-210

STONE, T. 2010. Components of balanced diet. The rabbit house. [online]. 2010. [cit. 21. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.therabbithouse.com/diet/components-rabbit-diet.asp>

ŠTERCOVÁ, E., STRAKOVÁ, E., RUSNÍKOVÁ, L., HUDEČKOVÁ, P. 2012. *Chemická analýza krmiv* [online]. In: VFU Brno [cit. 13. 2. 2016]. Dostupné z: http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/metodiky/chemickaanaliza.pdf

TASSIN, J., 1989. Diversity of production systems from an agroforestry perspective. Results of a survey in a rural area of Rwanda. ICRAF: 74 pp.

TAYLOR, J. R., SCHOBER, T. J. BEAN, S. R. 2006. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*, 44(3): 252-271

TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. 2006. Polní plodiny [online]. [cit. 19. 9. 2015]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/ciok.htm>.

UDÉN, P., VAN SOEST, P. J. 1982. Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits. *British Journal of Nutrition*. 47(2): 267-272

VESELÝ, P. 2007. Výživa domácích zvířat. [online]. Ústav výživy zvířat a pícninářství. Brno [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/vkdz/

VILLAMIDE, M., CARABAÑO, R., MAERTENS, R., PASCUAL, J., GIDENNE, T., FALCÃO E CUNHA, L., XICCATO, G. 2009. Prediction of the nutritional value of European compound feeds for rabbits by chemical components and in vitro analysis. *Animal Feed Science and Technology*. 150: 283–294.

VOLAC, International Limited. 2014. Průvodce managementem pícnin. [online]. Volac [cit. 15. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.volac.cz/pdf/product/product-63.pdf>

WILLIAMS, D., 1979. Rabbit raising in Saboda area. *Trop. Anim. Prod.*, 4 (3): 299

YOSHIDA, T., PLEASANTS, J. R., REDDY, B. S., WOSTMANN, B. S., 1968. Efficiency of digestion in germ-free and conventional rabbits. *British Journal of Nutrition*. 22(4): 723-737.

ZADINA, J. 2004. Chov králíků. Brázda. Praha. ISBN 80-209-0325-9

ZADINA, J. 2008. Výživa a krmení králíků [online]. Klub chovatelů králíků činčil velkých [cit. 13. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.klubcv.wz.cz/clanky/cl%2024.htm>

ZELLER, F. J. 2000. Sorghumhirse (*Sorghum bicolor* Moench.) Nutzung, genetik, Züchtung. *Die Bodenkultur*. 51: 71 – 85

ZEMAN, L. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 360 s.
ISBN 8086726177.

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

ADF	Acido-detergentní vláknina
ADL	Acido-detergentní lignin
BE	Hrubá (brutto) energie
BMR	Brown mid rib forma
BNLV	Bezdušikáté látky výtahkové
DgF	Stravitelná vláknina (Digestible fiber)
HTS	Hmotnost tisíce semen
ME	Metabolická energie
NDF	Neutrálně detergentní vláknina
NFE	Nitrogen-free extract (= BNLV)
NE	Čistá (netto) energie
OH	Organická hmota
OM	Organic matter (= OH)
SE	Stravitelná energie
VFA	Těkavé mastné kyseliny (Volatile fatty acids)

10 Seznam příloh

Tabulka 1 - Průměrné živinové složení pevných a měkkých výkalů (Proto, 1980).....	14
Tabulka 2 – Chemické složení zelené hmoty čiroku cukrového (Heuzé et al., 2015)	31
Tabulka 3 - Srovnání průměrných hodnot složení biomasy čiroku cukrového a kukuřice	31
Tabulka 4 - Chemické složení zrna čiroku obecného (Adamčík et al., 2012).....	32
Tabulka 5 - Chemické složení zrna čiroků (%) v sušině	36
Tabulka 6 - Složení krmných směsí a porovnání pokusných směsí, se směsí kontrolní.....	40
Tabulka 7 – Naměřené parametry výkrmnosti	46
Tabulka 8 - Konverze krmiv.....	46
Tabulka 9 - Obsah živin v testovaných krmných směších	47
Tabulka 10 - Analyticky stanovený obsah živin ve výkalech	48
Tabulka 11 - Porovnání hodnot koeficientu stravitelnosti jednotlivých živin v rámci krmiv	49
Tabulka 12 - Statistické charakteristiky stravitelnosti kontrolní směsi K.....	50
Tabulka 13 - Statistické charakteristiky stravitelnosti pokusné směsi C+10	50
Tabulka 14 - Statistické charakteristiky stravitelnosti pokusné směsi C+18	51
Tabulka 15 - Vzájemné porovnání průměrných hodnot stravitelnosti u testovaných směsí ...	52
Tabulka 16 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti popelovin.....	53
Tabulka 17 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti dusíkatých látek.....	53
Tabulka 18 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti tuku.....	53
Tabulka 19 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti hrubé vlákniny.....	54
Tabulka 20 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti NDF.....	54
Tabulka 21 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti ADF.....	54
Tabulka 22 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti OH.....	55
Tabulka 23 - Statistické vyhodnocení stravitelnosti BNLV	55
Graf 1 - Grafické znázornění obsahu živin v krmných směších	47
Graf 2 - Množství živin ve výkalech.....	48
Graf 3 - Graficky znázorněné hodnoty koeficientu stravitelnosti.....	49
Obrázek 1 - Trávicí soustava králíka (Rafay, 2013).....	10
Obrázek 2 – Diverzita rostlin čiroku obecného (Bonnal, 2015).....	30
Obrázek 3 – BMR list - srovnání.....	37