

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Stravitelnost topinamburu u králíků v období odstavu a výkrmu

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Pavla Jodasová

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

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Stravitelnost topinamburu u králíků v období odstavu a výkrmu“ jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Plachého, Ph.D. 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: _____

Podpis autora

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za odborné vedení této diplomové práce, za spolupráci při získávání údajů pro výzkumnou část, pomoc při zpracování výsledků a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat.

Stravitelnost topinamburu u králíků v období odstavu a výkrmu

SOUHRN

Tato diplomová práce s názvem Stravitelnost topinamburu u králíků v období odstavu a výkrmu je rozdělena do dvou částí - teoretické a praktické.

Teoretickou část tvoří literární přehled, který se skládá ze dvou základních okruhů. V prvním okruhu se autor věnuje králíku domácímu - popisu druhu, jeho chovu a především výživě. V druhém okruhu práce se pak autor pokouší shrnout základní poznatky o topinamburu hlíznatém. Popisuje jeho původ, způsob pěstování, sklizeň a také se věnuje chemickému složení nadzemní části této zemědělské plodiny.

Praktickou část tvoří výzkum, ve kterém autor zjišťuje vliv přídatku topinamburu na stravitelnost živin v krmivu u králíků v období odstavu a výkrmu na základě bilančních pokusů. Výsledná data byla statisticky zpracována.

KLÍČOVÁ SLOVA

Králík domácí, topinambur, stravitelnost, výživa, výkrm

Jerusalem artichoke digestibility by rabbits in the weaning and fattening

SUMMARY

This thesis "Jerusalem artichoke digestibility by rabbits in the weaning and fattening" is divided into two parts – theoretical and practical.

The theoretical part is composed of two main topics. The first topic is about a rabbit – the author describes the species, the breeding and especially the nutrition. The second topic summarizes the facts about the jerusalem artichoke. The author explains the origin of this crop, its cultivation and harvest as well as a chemical composition of the above-ground part of the plant.

The practical part comprises of research in which the author finds out the effect of addition of artichoke on the digestibility of nutrients in the diet of rabbits during the weaning and fattening. This was analysed on the basis of the balance attempts. The resulting data were statistically processed.

KEYWORDS

Rabbit, jerusalem artichoke, digestibility, nutrition, fattening

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍLE PRÁCE	9
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 KRÁLÍK DOMÁCÍ.....	10
3.1.1 TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ.....	10
3.1.2 POPIS DRUHU.....	10
3.1.3 CHOV KRÁLÍKŮ	11
3.1.3.1 PŮVOD KRÁLÍKA DOMÁCÍHO.....	12
3.1.3.2 HISTORIE CHOVU.....	12
3.1.3.3 PLEMENA.....	14
3.1.3.4 TECHNOLOGIE USTÁJENÍ	15
3.1.3.5 REPRODUKCE A ODCHOV.....	17
3.1.4 VÝŽIVA KRÁLÍKŮ	19
3.1.4.1 TRÁVICÍ SOUSTAVA.....	20
3.1.4.1.1 ÚSTNÍ DUTINA	20
3.1.4.1.2 ŽALUDEK.....	21
3.1.4.1.3 TENKÉ STŘEVO	23
3.1.4.1.4 SLEPÉ STŘEVO	24
3.1.4.1.5 TLUSTÉ STŘEVO	25
3.1.4.2 TRÁVENÍ BÍLKOVIN	26
3.1.4.3 TRÁVENÍ LIPIDŮ	26
3.1.4.4 TRÁVENÍ SACHARIDŮ	28
3.1.4.4.1 MONOSACHARIDY A OLIGOSACHARIDY	28
3.1.4.4.2 ŠKROB.....	29
3.1.4.4.3 INULIN A OLIGOFUKTÓZA	30
3.1.4.4.4 VLÁKNINA	31
3.1.4.5 ZÁKLADNÍ POTŘEBY ŽIVIN.....	33
3.2 TOPINAMBUR.....	35
3.2.1 PŮVOD A VÝVOJ PĚSTOVÁNÍ	36
3.2.2 BOTANICKÝ POPIS ROSTLINY	36
3.2.3 PĚSTOVÁNÍ A SKLIZEŇ	37
3.2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ NADZEMNÍ ČÁSTI	39
4 METODIKA	41
4.1 BILANČNÍ POKUSY	41
4.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ	42
4.3 STANOVENÍ SUŠINY A POPELOVIN.....	42
4.4 STANOVENÍ VLÁKNINY	43
4.4.1 STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY	43
4.4.2 STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY.....	44

4.4.3	STANOVENÍ ACIDODETERGENTNÍ VLÁKNINY.....	45
4.4.4	STANOVENÍ ACIDODETERGENTNÍHO LIGNINU.....	46
4.5	STANOVENÍ HRUBÉHO TUKU	47
4.6	STANOVENÍ DUSÍKATÝCH LÁTEK.....	48
4.7	VÝPOČET STRAVITELNOSTI.....	48
4.8	STATISTICKÉ ANALÝZY	48
5	VÝSLEDKY	49
5.1	STRAVITELNOST ŽIVIN	49
5.2	STRAVITELNOST TOPINAMBURU	50
5.3	OBSAH ŽIVIN V KRMNÝCH SMĚSÍCH	51
5.4	PRŮMĚRNÝ DENNÍ PŘÍRŮSTEK	52
5.5	KONVERZE KRMIVA.....	53
5.6	JATEČNÁ VÝTĚŽNOST	53
5.7	STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	54
5.7.1	HRUBÁ VLÁKNINA.....	54
5.7.2	ACIDODETERGENTNÍ VLÁKNINA	55
5.7.3	NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINA	55
5.7.4	DUSÍKATÉ LÁTKY	56
6	DISKUZE.....	58
7	ZÁVĚR.....	61
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	62
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	72

1 ÚVOD

Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.) nebo též slunečnice topinambur je zemědělská plodina pocházející původně ze Severní Ameriky. Odtud byla v 17. století dovezena do Evropy a následně rozšířena po celém světě. Botanicky je topinambur příbuzný se známější slunečnicí roční (*Helianthus annuus*), se kterou si je morfologicky značně podobný. Slunečnice topinambur se však od slunečnice roční liší tím, že pod zemí vytváří na krátkých výběžcích masité hlízy. Pěstováním má tudíž blíže spíše k bramborám.

Jedná se o poměrně nenáročnou plodinu. Rostlina je značně odolná vůči mrazu, chorobám i škůdcům a nevyžaduje žádnou zvláštní péči. Jelikož se pěstuje bez chemické ochrany, je řazena mezi tzv. ekologické plodiny. I přes svou nenáročnost se však v Evropě pěstuje ve větším měřítku jen v několika zemích, z nichž můžeme jmenovat například Francii.

V současné době však zájem o topinambur roste díky zvyšujícímu se povědomí o jeho pozitivním vlivu na zdraví zvířat i lidí. Hlízy topinamburu obsahují vysoké množství inulinu, což je sacharid, který plní zásobní funkci namísto škrobu. U inulinu a oligofruktózy (na kterou je inulin hydrolyzován) bylo prokázáno, že stimulují imunitní systém, zvyšují absorpci vápníku, snižují obsah triglyceridů a mastných kyselin v krevním séru a také snižují riziko vzniku rakoviny tlustého střeva. Inulin je navíc odolný vůči střevním enzymům, díky čemuž nemůže být stráven jako jiné sacharidy a má proto velmi nízkou kalorickou hodnotu. Jedná se tudíž o velmi dietní potravinu, a je proto vhodný jako součást racionální výživy jako alternativa za brambory či pro diabetiky. Topinambur se používá také pro krmivářské účely, kdy mohou být zkrmovány jak hlízy, tak i natě, a dále nachází uplatnění i jako energetická plodina při produkci biopaliv.

Předmětem zájmu této diplomové práce bude zjištění, jak přídavek nati topinamburu ovlivňuje stravitelnost živin u králíků v období odstavu a výkrmu.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této diplomové práce je zjištění stravitelnosti natě topinamburu u králíků v období odstavu a výkrmu na základě bilančních pokusů. Předpokládá se, že přídavek topinamburu pozitivně ovlivňuje stravitelnost živin v krmivu.

Na základě stanoveného cíle bude úkolem práce porovnat jednotlivé krmné směsi mezi sebou a zjistit, jak ovlivňuje přídavek natě topinamburu stravitelnost živin v krmivu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 KRÁLÍK DOMÁCÍ

Králík domácí (*Oryctolagus cuniculus forma domestica*) je domestikovanou formou evropského králíka divokého (*Oryctolagus cuniculus*).

3.1.1 TAXONOMICKÉ ZAŘAZENÍ

Taxonomicky patří králík domácí do kmene strunatci (Chordata), podkmene obratlovci (Vertebrata), třídy savci (Mammalia), podtřídy živorodí (Eutheria), nadřádu placentálové (Monodelphia) a řádu zajícovci (Lagomorpha). Řád zajícovci se dále dělí na dvě čeledi - pišt'uchovití (Ochotonidae), kam patří několik druhů pouze jediného rodu *Ochotona*, a zajícovití (Leporidae), která obsahuje asi 50 rodů včetně rodu *Oryctolagus*, kam se řadí i králík divoký a jeho domestikovaná forma králík domácí (Laštůvka a kol., 1996).

Druhým nejznámějším u nás žijícím zástupcem čeledi zajícovití je bezpochyby zajíc divoký (*Lepus europeus*) z rodu *Lepus*. I když se jedná o blízké příbuzné, existují mezi zajícem polním a divokým králíkem některé zásadní rozdíly. Například karyotyp zajíce obsahuje 24 párů chromozomů, kdežto králíka pouze 22 párů chromozomů, tudíž nemůže docházet ke vzájemnému křížení těchto dvou druhů (Konrád, 1996). Zajíc polní bývá výrazně většího vzrůstu než králík divoký a váží zpravidla o 3 – 4 kilogramy více. Dalším nápadným rozlišovacím znakem je délka uší – zatímco zajíc má uši (tzv. slechy) delší než hlavu, králík má uši většinou kratší. Přední nohy (tzv. běhy) má zajíc polní značně kratší než zadní a při běhu může délka skoku dosahovat až dvou metrů. Další rozdíly jsou patrné u rozmnožování, samice zajíce polního bývají březí přibližně 42 dní a po té rodí na volném prostranství 1 – 3 osrstěná, slyšící a vidoucí mláďata, zatímco březost samice králíka trvá v průměru 31 dní, po nichž se rodí 4 – 8 holých, slepých a hluchých mláďat. Jelikož jsou takto nevyvinutá mláďata snadnou kořistí pro predátory, rodí je samice v norách vystlaných vlastními chlupy, kde několik dní po narození králíčata přebývají (Vala a Zabloudil, 2008; Hájková, 2010).

3.1.2 POPIS DRUHU

Králík domácí je savec menšího vzrůstu, jeho velikost a váha může být však značně variabilní v závislosti na plemeni. Příslušníci největších plemen dorůstají až do velikosti přes 70 cm a jejich váha může dosahovat i 10 až 12 kg, zatímco nejmenší zakrslí králíci neváží více jak 1,5 kg (Malík a kol., 1999).

Pevným podkladem králičího těla je kosterní soustava, která je tvořena kostrou hlavy, trupu a hrudních a pánevních končetin. Skládá se z 212 kostí a tvoří asi 10 % z celkové hmotnosti králíka (Zadina a kol., 2009). Hlavní osou těla je páteř, která je poměrně dlouhá a zpravidla tvořena 48 obratli. Vývin kostry je nejintenzivnější od narození králíčete do věku 5 – 6 měsíců a je proto nutné v tomto období věnovat zvýšenou pozornost plnohodnotné výživě (Dvořák, 1973).

Stavba těla králíka je velmi charakteristická. Tělo je protáhlého tvaru a má velmi silně vyvinuté zadní končetiny uzpůsobené ke skákání a rychlému pohybu. Většina plemen králíka domácího si ponechala původní tvar těla svého předka králíka divokého, menší odchylky se ale mohou vyskytovat u plemen velkých a naopak zakrslých, především co se týká velikosti uší v poměru ke zbytku těla (Malík a kol., 1999). Na krátkém a u mnoha plemen nezřetelném krku se nachází poměrně malá hlava, která nám často umožní dle jejího tvaru rozeznat pohlaví zvířete (Schumacher, 2012). Vysoko na hlavě má králík posazené protáhlé zakulacené dobře pohyblivé uši, které jsou pro něj nejtypičtějším znakem. Přední končetiny jsou pětiprsté, zatímco na zadních končetinách jsou prsty pouze čtyři. Na všech vyrůstají nezatažitelné drápy (Malík a kol., 1999). Ocas je velmi krátký, ale viditelný (Anděra a Červený, 2000).

3.1.3 CHOV KRÁLÍKŮ

V porovnání s jinými druhy domácích zvířat je králík domácí poměrně mladým domestikovaným druhem. K většímu rozvoji jeho chovu došlo až v 19. a 20. století, kdy sloužil především jako zdroj obživy v nepříznivých obdobích. V posledních letech se však tento hospodářský význam stále více vytrácí a králík je chován spíše jako zvíře zájmové (Schumacher, 2012).

Stavy králíků se v letech 1991 – 1999 zvyšovaly z 12 milionů až na 16,8 milionů kusů. Od té doby však panuje spíše trend snižování, kdy od roku 1999 do roku 2002 klesly celkové stavy králíků o téměř 28 %. Došlo však k poměrně velkému rozvoji faremních chovů, kde se stavy králíků zvýšily o 29 % (Zadina a kol., 2009).

Hospodářský význam chovu králíka domácího spočívá především v produkci masa nejen pro vlastní spotřebu chovatelů, ale i pro potřeby trhu (Dvořák, 1973). Králičí maso odpovídá požadavkům racionální výživy, jelikož je lehce stravitelné, s nízkým obsahem tuku a cholesterolu a jedná se tedy o velmi dietní maso (Zadina a kol., 2009). Dalším hospodářsky významným aspektem chovu králíků je produkce kožek a králičí srsti, které jsou

zhodnocovány kožešnickým, vlnářským, kloboučnickým a rukavičkářským průmyslem (Dvořák, 1973).

Králík domácí nachází významné uplatnění i v oblasti humánního a veterinárního lékařství, ve farmaceutickém průmyslu a při genetickém výzkumu jako laboratorní zvíře (Dvořák, 1973). Je to dáno jejich dobrou rozmnožovací schopností, vysokou plodností, krátkým generačním intervalem a poměrně malou náročností na prostor (Zadina a kol., 2009).

Chovatelství králíků je především i významnou zájmovou činností, ať už se jedná o chování plemenných králíků a jejich vystavování či o chování králíka pouze jako domácího mazlíčka (Schumacher, 2012). Uplatnění nachází králík domácí i v oblasti zoorehabilitace.

3.1.3.1 PŮVOD KRÁLÍKA DOMÁCÍHO

Králík domácí byl domestikován z evropského králíka divokého (*Oryctolagus cuniculus*). Fosilní záznamy ukazují, že v období po pleistocénu byl výskyt evropského divokého králíka omezen pouze na Iberský (Pyrenejský) poloostrov a jižní Francii (Harcourt-Brown, 2002). Christoph Schumacher (2012) však uvádí, že se vyskytoval i na severu Afriky. Předpokládá se, že na Iberském poloostrově je okolo prvního tisíciletí před naším letopočtem objevili Féničané na svých zámořských cestách, když připluli na pobřeží dnešního Španělska (Lebas et al., 1997; Schumacher, 2012). Králík divoký zde byl v té době velmi hojným zvířetem, a tak dal dokonce jméno celému poloostrovu. Jelikož Féničánům králík připomínal jiné zvíře z jejich domoviny – damana, který se hebrejsky označuje jako „saphan“, pojmenovali celý poloostrov jako „i-saphan-im“. Tento název byl později po příchodu Římanů polatinizován na „Hispania“, z čehož vznikl název dnešního Španělska (Štětka, 2001).

3.1.3.2 HISTORIE CHOVU

Dalších 800 let se o králících neobjevila žádná další zmínka. Až v polovině druhého století před naším letopočtem se řecký historik Polybios zmiňuje ve svých spisech o králících na Korsice a označuje je svým současným latinským jménem cuniculus, což je slovo iberského původu a v překladu znamená „hrabající hlodavec“ (Sandford, 1996). Přibližně v této době se již objevují i první zmínky o chovu králíků. Římané zřejmě nejprve používali králíky jako herní zvíře pro lovecké účely a rozšířili je tak po celé Římské říši. Stejně jako Španělé té doby, jedli i Římané často embrya nebo nově narozená králíčata, která označovali

jako tzv. laurices. Je známo, že mniši měli ve zvyku pojídat tyto laurices v období půstu (Lebas et al., 1997).

V prvním století př. n. l. spisovatel a polyhistor Marcus Terentius Varro Reatinus (116 – 27 př. n. l.) popisuje tzv. leporária – velké výběhy obehnané kamennou zdí, ve kterých byli zadržováni králíci a jiná divoká zvířata pro lov. Tato leporária jsou předchůdci obor, které se později vyvinuly ve středověku (Lebas et al., 1997; Schumacher, 2012). Varro se ve svých spisech dokonce zmiňuje, že Římané drželi některé králíky již v klecích, což lze považovat za první pokusy o zdomácnění (Sandford, 1996).

Od té doby byl evropský králík divoký rozšířen díky obchodníkům a námořníkům po celé Evropě a dokonce byl zavlečen na ostatní světadíly (Schumacher, 2012). Výjimku tvoří Severní Amerika, kde jsou původními druhy divokých králíků králíci z rodu *Sylvilagus*, například králík východoamerický (*Sylvilagus floridanus*) či králík drobný (*Sylvilagus bachmani*; Harcourt-Brown, 2002).

Autor Christoph Schumacher (2012) uvádí, že vlastní chov králíka domácího však začíná až o několik století později, přibližně okolo let 550 našeho letopočtu. Antonín Štětka (2013) naopak tvrdí, že vlastní domestikace králíka se datuje až do období okolo let 1000 – 1400 našeho letopočtu, kdy byli již králíci chováni v kotcích a chlévech. Lebas s kolektivem (1997) dokonce uvádí, že několik prvních řízených chovů králíků je známo až z šestnáctého století. Všichni autoři (Lebas et al., 1997; Schumacher, 2012; Štětka, 2013) se však shodují, že největší zásluhu na zdomácnění králíka mají pravděpodobně především francouzští mniši, kteří je chovali v kláštorech v klecích za účelem zdravé výživy a upotřebitelné kožky. Odtud se pak chovy rozšiřovaly do Německa, Itálie, Anglie a dále celé Evropy (Štětka, 2013).

Nejprve chovatelé dobytka měli králíky volně na dvorku s drůbeží. Na počátku devatenáctého století byl však již králík chován v králíkárnách téměř na celém venkově západní Evropy, ale také na předměstích. V druhé polovině devatenáctého století a především ve dvacátém století došlo k velkému nárůstu králíčí populace. Chovatelé začali tvořit sdružení, byly ustáleny vhodné chovné techniky a byla vylepšena hygiena v chovech. Každý dospělý jedinec byl chován v samostatném kotci, jelikož při větším počtu zvířat v uzavřeném prostoru docházelo k potyčkám. Mláďata určená na výkrm byla ponechávána společně, ale samci museli být vykastrováni (Lebas et al., 1997).

V období Prusko-francouzské války (německo-francouzská) v letech 1870 – 1871 dochází k velkému rozmachu králíkářství v sousedním Německu, jelikož němečtí vojáci se ve Francii seznamují s jejich vyspělým hospodářstvím a moderním chovem králíků, a odtud se velmi rychle rozšířilo i k nám (Schumacher, 2012). V českých zemích však jejich

chovu nebyla nejprve věnována přílišná pozornost. Za prvopočátek chovu králíků v Čechách se dá považovat doplňkový chov králíků jako stájových zvířat, kdy králíci ve chlévech volně pobíhali pod větším dobyt看em, kde jim jako krmivo sloužily zbytky, které vypadávaly ze žlabů na podlahu (Štětka, 2013).

V roce 1877 byl v Praze založen první spolek chovatelů - „Spolek pro zvelebení chovu drobného hospodářského zvířectva“ (Štětka, 2013). Významnou roli v rozvoji chovu králíka domácího u nás sehráli lidoví výzkumníci a šlechtitelé, mezi které patří například autor jedné z prvních publikací o králíkářství „O pěstování králíků“ z roku 1869 MUDr. Filip St. Kodým či učitel a redaktor časopisu „Králíkář československý“ A. E. Meliš (Dvořák, 1973). Dalším průkopníkem českého králíkářství byl autor mnoha odborných publikací Jan V. Kálal z Bernatic, který zde 9. října roku 1898 založil první čistě králíkářský spolek, který měl 38 členů (Štětka, 2013).

V roce 1903 byla ustanovena tzv. „Ústřední jednota králíkářů československých“. V té době se u nás chovali již králíci mnoha plemen - francouzští beranovití, holandsští, modří, japonští, objevovali se i čeští strakáčci, belgičtí obři, albíni, králíci durynští, havanští, hermelíni, francouzští stříbřítí a bílí modroocí. Jelikož však chovu králíků v té době chyběl pevný řád, byli čistokrevní králíci často nezkušenými chovateli náhodně kříženi a docházelo tak k hybridizaci a ke snižování chovné hodnoty. Aby tomuto bylo zabráněno, bylo třeba zavést nějaký systém a metody pro správné šlechtění. V roce 1906 byla proto zvolena komise pro vypracování bodového vzorníku pro hodnocení králíků (Štětka, 2001).

K dalšímu rozvoji chovu králíků nejen v naší zemi došlo během druhé světové války v důsledku narušeného zásobování potravinami a spotřebním zbožím. V tomto období byla většina chovů králíků zaměřena na masnou produkci, a proto se do popředí zájmu dostávají nejméně náročná plemena s největšími denními přírůstky a s relativně vyšší jatečnou výtěžností (Dvořák, 1973).

3.1.3.3 PLEMENA

Již z přelomu 15. a 16. století existují zmínky o rozdílech ve velikosti a barvě domácích králíků (Schumacher, 2012). Roku 1595 se německý učenec Georgius Agricola zmiňuje o několika barevných rázech chovaných králíků - šedohnědý (divoký), bílý, černý, strakatý (černobílý) a popelavý králík. V roce 1606 pak Francouz Olivier de Serres klasifikuje tři typy králíka - divoký králík žijící ve volné přírodě, polodivoký králík chovaný v ohradách nebo příkopech a králík zdomácnělý chovaný v králíkárnách. Maso posledního typu je

popisováno jako mdlé, a to divokého nebo polodivokého typu jako jemné (Lebas et al., 1997). Tyto zprávy lze považovat za první zmínky o jakýchsi plemenech králíka domácího.

S vlastním chovem plemenných králíků v pravém slova smyslu se však začalo až v 18. století převážně ve Francii a Anglii. Rozhodujícím impulsem pro rozvoj plemenářství bylo založení prvních chovatelských spolků ve Francii a Německu koncem 19. století, které stanovily již první chovné cíle (Dvořák, 1973).

Plemena králíka domácího můžeme rozdělovat podle různých kritérií, jako je např. užitkovost – masná, kožešinová, vlnářská, kombinovaná apod. (Zadina a kol., 2009). Tradičním členěním je však v plemenářské praxi dělení plemen podle velikosti a živé hmotnosti na plemena velká, střední, malá a zakrslá, a dále podle délky srsti na plemena dlouhosrstá a krátkosrstá (Dvořák, 1973; Zadina a kol., 2009). Dle jednotného standardu ZDRK je rozlišována ještě skupina se zvláštní strukturou srsti s pouze jediným plemenem – saténový.

3.1.3.4 TECHNOLOGIE USTÁJENÍ

Zdravotní stav a správný vývin zvířat je rozhodující měrou ovlivňován vnějšími vlivy, které na ně působí. Jedním z nejdůležitějších vnějších vlivů je bez pochyby technologie ustájení (Dvořák, 1973). V technologiích ustájení existují velké rozdíly a použití dané technologie se odvíjí od cíle chovu. V každém případě však musí stát v čele zájmu blaha samotných zvířat, kterým by se měl chovatel snažit zajistit co nejlepší podmínky (Schumacher, 2012).

Jelikož cílem většiny dnešních chovů je především získání kvalitního finálního produktu, je snahou za pomoci vhodné technologie ustájení dosahovat co nejvyšší užitkovosti (Dvořák, 1973). Pro účely této diplomové práce se autor zaměří právě na technologie ustájení pro intenzivní chovy.

Hlavním cílem intenzivních faremních chovů je celoroční produkce brojlerových králíků pro jateční účely (Rafay a kol., 2009). S ohledem na vysokou koncentraci zvířat jsou ustájovací prostory i chovné technologie konstruovány tak, aby byly minimalizovány negativní vlivy prostředí a zároveň se snížil čas potřebný na základní zootechnické úkony jako je například krmení, odklizení výkalů či čištění ubikací (Rafay a kol., 2009; Sandford, 1996). V tomto ohledu se nejvíce osvědčil klecový systém ustájení, který umožňuje mechanizaci a automatizaci těchto úkonů. Díky tomu dochází ke snížení potřeby ruční práce a zvyšuje se produktivita (Zadina a kol., 2009).

Jelikož mají jednotlivé věkové kategorie zvířat různé nároky na vnější podmínky, jsou intenzivní chovy realizovány v uzavřených chovných prostorech s možností regulovatelného mikroklima, což je soubor faktorů, mezi které patří například teplota, vlhkost a proudění vzduchu, intenzita osvětlení či koncentrace toxických plynů (Rafay a kol., 2009; Zadina a kol., 2009). Pro králíky ideální teplota vzduchu se pohybuje mezi 15 a 20 stupni Celsia (Rafay a kol., 2009; Schumacher, 2012). Krátkodobé působení nízkých či naopak vysokých teplot snášejí králíci poměrně dobře, nicméně pokud se jedná o dlouhodobý stav, může dojít především při příliš vysokých teplotách k negativnímu dopadu na zdraví a vývoj zvířete či dokonce k úhynu (Schumacher, 2012). Nízké teploty snáší králíci lépe než vysoké, nicméně přidá-li se k nízké teplotě vysoká vlhkost vzduchu, dochází k narušení rovnováhy mezi organismem a chovným prostředím a vytváří se ideální podmínky pro šíření respiračních, plísňových či trávicích chorob (Rafay a kol., 2009).

Relativní vlhkost vzduchu by neměla přesahovat 75 % při teplotě přibližně 16 stupňů Celsia (Sandford, 1996). Rafay s kolektivem (2009) uvádí, že ideální relativní vlhkost vzduchu pro králíky by se měla pohybovat mezi 65 a 75 %, na čemž se shoduje i Zadina a kolektiv (2009), zatímco dle Schumachera (2012) mezi pouze 50 až 60 %.

V chovných prostorech je dále velmi důležité zajistit správnou cirkulaci vzduchu. Výměna vzduchu je nepostradatelná pro odvětrávání škodlivých plynů, jejichž vysoké koncentrace mají negativní vliv na dýchací aparát zvířat, horkého vzduchu či prachu (Sandford, 1996). V bezokenních stavbách se za tímto účelem umisťují do čela stavby ventilátory (Rafay a kol., 2009). Ty umožňují vytvořit proudění vzduchu po celé délce chovných prostor, nicméně jsou s nimi spojeny vyšší náklady na instalaci i provoz (Sandford, 1996). Oproti tomu náklady na provoz prostorů s okny jsou značně nižší, jelikož se využívá přirozeného větrání i osvětlení. Chovatel však musí regulovat otevírání oken s ohledem na vnější klimatické a sezónní podmínky (Rafay a kol., 2009). Dle Zadiny s kolektivem (2012) by měl vzduch proudit ideálně rychlostí 0,2 m/s. Ve výkrmových prostorech a prostorech s mladými a chovnými zvířaty by měl vzduch proudit maximální rychlostí 0,5 m/s a 0,4 m/s v prostorech, kde jsou umístěny samice s mláďaty do odstavu. Rafay s kolektivem (2009) oproti tomu uvádí, že rychlost proudění vzduchu by neměla nikde přesahovat 0,3 m/s. Při instalaci ventilačního zařízení se musíme především vyvarovat průvanu, na který jsou králíci značně citliví (Schumacher, 2012; Zadina a kol., 2009).

Koncentrace toxických plynů by neměla přesahovat 0,015 % objemu pro amoniak a 0,300 % objemu pro oxid uhličitý (Rafay a kol., 2009). Pro samice s mláďaty jsou tyto hodnoty ještě nižší – 0,010 % objemu u amoniaku a 0,25 %u oxidu uhličitého (Zadina a kol.,

2009). Dalším důležitým faktorem pro vývoj králíka je světlo, které ovlivňuje především reprodukční cyklus (Schumacher, 2012). Fotoperiodický režim by měl být nastaven na 16 hodin světla a 8 hodin tmy při minimální intenzitě osvětlení 25 luxů (Sandford, 1996).

Při intenzivní výrobě králíčího masa lze jako chovné prostory využít přestavěné adaptované budovy určené pro živočišnou výrobu (např. kravíny), což je v České republice nejčastější řešení (Zadina a kol., 2009). Dalšími možnostmi je umístit chov do novostaveb, což je však značně finančně náročné, nebo lze použít specializované stavby – tzv. tunely. Jedná se o lehké konstrukce tunelovitého tvaru s rychlou montáží připomínající fóliovníky. Nevýhodou takovýchto staveb je nicméně opět vysoká cena, poměrně krátká životnost a při extrémních letních a zimních teplotách navíc může nastat problém s regulací vnitřního prostředí (Rafay a kol., 2009; Zadina a kol., 2009).

Klecové systémy pro intenzivní faremní chovy králíků jsou optimalizované pro jednotlivé věkové kategorie dle jejich biologických a fyziologických požadavků (Rafay a kol., 2009). Klece se montují do baterií, které mohou být jednoetážové, dvouetážové či třietážové (Zadina a kol., 2009). Velikost klecí se odvíjí od velikosti chovaného plemene a věkové kategorie (Sandford, 1996). Minimální předepsané parametry pro ustájení králíků v České republice jsou 0,2m² plochy pro chovného králíka do 4 kg živé hmotnosti, 0,3 cm² pro králíky do 5,5 kg živé hmotnosti a 0,4 cm² u zvířat nad 5,5 kg živé hmotnosti (Zadina a kol., 2009). Pro samici s mláďaty do 5 týdnů věku je předepsaná minimální plocha klece 0,56m² a s mláďaty do 8 týdnů věku 0,74 cm² (Schumacher, 2012). Minimální výška klecí je 35 cm pro mladé rostoucí jedince a 40 cm pro dospělé (Schumacher, 2012; Zadina a kol., 2009). Na výrobu klecí se používá galvanicky upravený – korozi odolný drát s kruhovým průřezem, jehož průměr by u podlahových roštů měl být minimálně 3 mm (Rafay a kol., 2009; Schumacher, 2012). Otvory v roštu by měly mít minimální rozměr 10 mm a maximální 16 mm (Schumacher, 2012).

V intenzivních chovech zvířat je nezbytné zabudovat systém pro mechanizované odstraňování výkalů. Nejběžněji jsou používány odpadové žlaby, odkud jsou exkrementy automaticky odstraňovány shrnovací lopatou, nebo dopravníkové pásy, které odvázejí tekuté i tuhé exkrementy mimo chovné prostory (Rafay a kol., 2009; Zadina a kol., 2009).

3.1.3.5 REPRODUKCE A ODCHOV

Cílem chovatelů zaměřených na produkci masa je odchov co největšího počtu zdravých mláďat s dobrými užitkovými vlastnostmi. Králík domácí vyniká vysokou plodností

a schopností rozmnožování během celého roku, mláďata jsou tak odchováána v pravidelných turnusech (Zadina a kol., 2009).

U králic se setkáváme s tzv. provokovanou ovulací, kdy je uvolnění vaječné buňky indukováno samotným pářením (Dvořák, 1973). Někteří autoři proto uvádějí, že jsou králice v trvalé říji a mohou být oplodněny kdykoli (Dvořák, 1973; Schumacher, 2012). Prokázáno však je, že říjový cyklus je značně variabilní a ovlivňuje ho mnoho faktorů, jako jsou například dědičné predispozice, délka světleného dne, vzdálenost od samce, ale především výživa (Zadina a kol., 2009). Většina autorů zastává názor, že říje se dostavuje v intervalech 5 - 7 dní a trvá 2 – 5 dní (Dvořák, 1973; Zadina a kol., 2009). Samotná říje se projevuje specifickými změnami na vnějších pohlavních orgánech samice, které jsou zduřelé a značně prokrvené (Schumacher, 2012; Zadina a kol., 2009). Při turnusovém způsobu odchovu je vhodné říji synchronizovat pomocí hormonálních medikamentů (Rafay a kol., 2009).

Pro vlastní oplodnění lze využít buďto přirozený způsob plemenitby, kdy se samice vkládá k samci do klece, v intenzivních chovech však převládá umělý způsob oplodnění – inseminace. Tento způsob připouštění umožňuje zintenzivnění reprodukce, jelikož pomocí jednoho samce lze oplodnit více samic a získat tak vyšší počet mláďat. Uzavřený obrat stáda navíc výrazně snižuje riziko přenosu pohlavních chorob (Rafay a kol., 2009; Zadina a kol., 2009).

Průměrná březost samice trvá přibližně 30 - 32 dní. Ve výjimečných případech, zejména při větším počtu mláďat, však může být i kratší a trvat pouze 29 dní, nebo naopak delší až 35 dní při nižším počtu mláďat (McNitt et al., 2000; Zadina a kol., 2009). V období březosti je nutné věnovat králici dostatečnou péči. Při klecové technologii chovu je nutné jí dát k dispozici tzv. kotiště, ve kterém si 1 – 2 dny před očekávaným porodem staví hnízdo, které vystýlá vlastní srstí (Dvořák, 1973; Zadina a kol., 2009). V času porodu je třeba samici dopřát klid a intimitu, vhodné je i temnější prostředí. Vlastní porod pak probíhá ve většině případů v noci či brzy ráno a trvá obvykle do 20 – 30 minut (Zadina a kol., 2009). Průměrně rodí samice 8 – 10 holých, slepých a hluchých mláďat (Dvořák, 1973; McNitt et al., 2000; Zadina a kol., 2009). První prohlídka hnízda by měla být provedena 1. až 2. den po porodu. Chovatel tak získá přehled o počtu narozených mláďat a v případě potřeby má možnost vrh doplnit nebo naopak snížit – podložením mláďat jiné samici. Dalším cílem první kontroly je především včasné odstranění případných mrtvých králíčat (Dvořák, 1973; Zadina a kol., 2009).

V období od narození do odstavu jsou králíčata odkázána na mléčnou výživu. Mléko králic má vysoký obsah bílkovin a tuku, díky čemuž mláďata rostou velmi intenzivně. Denní

přírůstek králícat se pohybuje okolo 35 g na den. Odstav mláďat se provádí ve věku 28 – 32 dnů (Zadina a kol., 2009).

Druhou částí ve vývinu mláďat je období od odstavu do dospělosti. Způsob ustájení, krmení atd. se liší v závislosti na dalším využití králícat. Králíčata jsou však většinou ustájena skupinově (Dvořák, 1973). Stáří 42 – 56 dnů je u mláďat označováno jako tzv. krizové období, jelikož probíhá první línání srsti, dochází k výměně mléčných zubů a králíčata jsou také závislá na předkládaných krmivech. Toto období je proto často doprovázeno zaživacími obtížemi a celkovou sníženou odolností mláďat, a proto často dochází ke zvýšeným ztrátám (Dvořák, 1973; Zadina a kol., 2009). Ve 3 měsících věku je vhodné mláďata rozdělit dle pohlaví, aby nedocházelo k nechtěnému předčasnému oplodnění samic (Dvořák, 1973).

3.1.4 VÝŽIVA KRÁLÍKŮ

Trávicí systém králíka domácího je charakterizován poměrně velkou kapacitou žaludku a dobře vyvinutým slepým střevem v porovnání s jinými nepřežvýkavými býložravci (Portsmouth, 1977). Patří mezi monogastrická zvířata a neumí dokonale trávit vlákninu. Proto je mikrobiální aktivita právě slepého střeva velmi důležitá pro procesy trávení a využití živin. Poměr délky trávicí trubice k délce těla králíka je 12,5:1, což je značně menší poměr než u iných býložravců. Proto se u nich pro celkové lepší zužitkování živin vyvinula tzv. cékotrofie – chování, kdy zvířata požírají měkké výkaly pocházející ze slepého střeva (caecum), které jsou bohaté na živiny (Harcourt-Brown, 2002). Díky tomu tak projde 80 – 100 % potravy trávicím ústrojím dvakrát. Nejprve prochází pozřené krmivo přes žaludek a enké střevo do slepého střeva, kde je pomocí mikroorganismů natrávena vláknina. Takto upravená trávenina je pak v noci, kdy je zvíře v klidu, vylučována z těla ven v podobě měkkých výkalů, tzv. cékotrofů, a králíkem znovu požírána. Takto natrávená potrava je bohatá především na vitaminy skupiny B, které jsou důležité pro přestavbu aminokyselin z neplnohodnotných bílkovin rostlinných krmiv do plnohodnotných bílkovin organismu králíka. K tomuto procesu přispívají velkou měrou opět symbiotické mikroorganismy, které jsou v trávicím procesu rozkládány a slouží tak jako zdroj dalších aminokyselin (Malík a kol., 1999).

Navíc se u králíka vyvinula strategie vysokého příjmu krmiva a poměrně rychlé přepravy tráveniny skrz trávicí systém (De Blas et Wiseman, 2010).

Chceme-li plně využít růstového potenciálu králíka a dosáhnout úplné funkční kapacity jeho trávicího traktu, musíme nechat rostoucího králíka projít postupnou adaptací

z mléčného krmení na pevnou stravu. Tento proces adaptace ovlivňuje nejen trávicí procesy, ale také růst střevní mikroflóry a vývoj střevních obranných mechanismů, které chrání zvíře proti zažívacím chorobám (De Blas et Wiseman, 2010).

3.1.4.1 TRÁVICÍ SOUSTAVA

Ačkoli je králík domácí typickým býložravcem, jeho trávicí systém se poměrně radikálně liší od jiných známých býložravých druhů, jako jsou například koně či přežvýkavci. V jeho trávicí soustavě se můžeme setkat s mnoha unikátními anatomickými vlastnostmi, které se autor pokusí v této kapitole popsat.

3.1.4.1.1 ÚSTNÍ DUTINA

Trávicí soustava králíka začíná pysky, které společně s tvrdým a měkkým patrem a s tvářemi ohraničují ústní dutinu. Horní pysk je typicky rozštěpený a sahá až k čumáku.

Zubní vzorec dospělého jedince králíka domácího je 2 0 3 3 / 1 0 2 3. Dutina ústní je tedy vybavena celkem 28 zuby – horní čelist obsahuje 4 řezáky dlátovitého tvaru, 6 zubů třenových a 6 stoliček, do spodní čelisti jsou zasazeny pouze 2 řezáky, 4 třenové zuby a 10 stoliček, špičáky králíkům chybí úplně. Mléčný chrup králíkat čítá pouze 16 zubů a k jeho výměně dochází zpravidla od 18. dne věku mláďat. Plného počtu zubů dosáhne králík přibližně ve věku jednoho měsíce (Smith, 2001).

Obdobně jako hlodavci (Rodentia) mají přední řezáky silně vyvinuté a přeměněné v tzv. hlodáky, které králíkům dorůstají po celý život. Od hlodavců je však odlišuje jejich stavba - zatímco králíci (a celý řád zajícovců) mají řezáky po celém povrchu zubu kryté tvrdou sklovinou, hlodavcům pokrývá sklovina pouze přední část zubů a zadní část je kryta o poznání měkkí zubovinou. Dalším nápadným rozdílem je umístění řezáků v horní čelisti, kdy druhý výrazně menší pár zubů je umístěn za prvním párem velkých hlodáků (Harcourt-Brown, 2002). Shadle (1936) uvádí, že řezáky králíkům dorůstají každý týden přibližně o 2 mm, je proto nutné jim zajistit možnost jejich neustálého obrušování.

V dutině ústní králíka domácího vyúsťují čtyři páry hlavních slinných žláz - příušní, podčelistní, podjazykové a jařmové. Sliny obsahují enzymy amylázy a galaktosidázy a jsou kontinuálně produkovány podčelistními žlázami a v případě příjmu potravy i žlázami ostatními. Lipáza a močovina jsou v králíciích slinách přítomny pouze ve stopovém množství (Ruckebusch et al., 1991).

3.1.4.1.2 ŽALUDEK

Potrava rozmělněná v ústní dutině se polknutím dostává přes hltan a jícen do jednokomorového žaludku. Struktura a funkce králíčího jícnu se nijak zvláště neliší od ostatních nepřežvýkavých býložravých druhů zvířat a na trávení má jen malý či žádný vliv, jeho funkce je tedy jen přepravní (Ruckebusch et al., 1991).

Žaludek králíka má tvar písmena J a skládá se z několika základních částí - vústění jícnu do žaludku se nazývá česlo (cardiacum), kraniální a nejširší část se nazývá fundus, další částí je sestupné tělo žaludku a poslední vzestupný distální úsek se nazývá pylorická část. Tento úsek se postupně zužuje a přechází v tenké střevo jako tzv. vrátník (pylorus). Svěrač česla je lemován bezžlaznatým vrstevnatým dlaždicovým epitelem a je velmi dobře vyvinutý, což králíkům zabraňuje zvracet (O'Malley, 2005). Kraniální část žaludku, fundus, je hlavní sekreční částí žaludku. Obsahuje značné množství krycích parietálních buněk, které vylučují kyselinu chlorovodíkovou a vnitřní faktor, a dále hlavní buňky, které vylučují pepsinogen, prekurzor pepsinu (Davies et Davies, 2003). Pylorus - vrátník má dobře vyvinutý svalnatý svěrač (O'Malley, 2005).

Samotný žaludek králíka je poměrně velký a zaujímá přibližně 15 % celého trávicího traktu (Cruise et Brewer, 1994). Je tenkostěnný a má velmi slabě vyvinutou svalovou vrstvu, což mu samotnému znemožňuje posunovat tráveninu dále do střev. Je proto vždy částečně vyplněný a slouží pro cékotrofy jako skladovací dutina (De Blas et Wiseman, 2010). Pro správné fungování trávicího traktu králíka musí být zajištěn téměř neustálý přísun potravy, aby docházelo k pravidelnému obměňování a posouvání tráveniny dále do střev. O'Malley (2005) uvádí, že králík přijímá 2-8 g potravy až třicetkrát za den v 4-6 minutových intervalech. Griffiths a Davies (1963) uvádí, že i po 24 hodinách půstu byl žaludek dospělého jedince králíka z 50 % zaplněný a obsahoval směs potravy a chlupů obklopených tekutinou.

V žaludku králíka se můžeme někdy setkat s tzv. trichobezoáry, což jsou v podstatě zámotky z chlupů. Přítomnost trichobezoárů v žaludku se dříve odůvodňovala pouze jako důsledek požití chlupů zvířetem, nyní je však obecně považována za následek sníženého žaludečního pohybu, což může být způsobeno fyzickou nečinností králíka nebo sekundárně sníženou motilitou střeva (Harcourt-Brown, 2002).

Jelikož je v žaludku neustále obsažena část tráveniny, dochází ke kontinuální sekreci žaludečních šťáv. PH je kyselé a pohybuje se v rozmezí mezi 1 až 5, v závislosti na části žaludku (Gutiérrez et al., 2002, 2003.; Chamorro et al., 2007; Orengo et Gidenne, 2007; Gómez-Conde et al. 2009), přítomnosti nebo absenci měkkých výkalů (Griffiths et Davies, 1963), době od příjmu krmiva (Alexander et Chowdhury, 1958) a na věku králíka (Grobner,

1982). Orengo a Gidenne (2007) uvádí, že nejnižší pH (v rozmezí 1 -2,5) se vyskytuje v oblasti česla za nepřítomnosti měkkých výkalů, 4 hodiny po požití stravy a u králíků starších jak 3 týdny.

Kojená králíčata mají pH v žaludku v rozmezí 5 – 6,5 (Fekete, 1989). Požité mléko zformuje v žaludku králíčete působením enzymu podobného reninu polotuhou hmotu, která je postupně posouvána do tenkého střeva (Henschel, 1973). Prodloužené zadržení této hmoty v žaludku by mohlo u jiných zvířecích druhů způsobit výrazné šíření bakterií. U mlád'at králíků jsou však během prvních tří týdnů života počty bakterií v trávicím traktu udržovány pod kontrolou díky tzv. žaludečnímu nebo též mléčnému oleji, což zabraňuje infekci. Tato substance obsahuje oktanové a dekanové mastné kyseliny, které jsou produkovány enzymatickou reakcí vlastních trávicích enzymů kojeného králíka s mateřským mlékem (Canas-Rodriguez et Smith, 1966).

Pokud by se některým bakteriím podařilo přeci jen přežít vliv mléčného oleje, jejich šíření by zabránila také pasivní ochrana v podobě mateřských protilátek, které mládě získalo prostřednictvím placenty ještě před narozením a dále v mlezivu (Kulangara et Schecktmann, 1962). Tyto faktory společně udržují gastrointestinální systém králíkat v období před odstavením v téměř sterilním stavu. Alus a Edwards (1976) uvádí, že králíčata krmená náhražkami mléka či mlékem jiných druhů zvířat si nedokážou vyvinout tuto antimikrobiální ochranu a jsou u nich běžné těžké bakteriální enteritidy. Králíčata jsou tedy zcela závislá na mateřském mléku do 10 dnů věku.

Asi ve dvou týdnech věku začínají králíčata požírat mateřské cékotrofní měkké bobky. Jelikož mají na povrchu mucinózní povlak, zůstává jejich mikrobiální obsah chráněný před vlivem mléčného oleje dostatečně dlouho, aby mohl projít dále do střev a zde kolonizovat rozvíjející se cékum, což následně umožní králíkům v období odstavu započít fermentaci pevné stravy (O'Malley, 2005). Vlastní cékotrofie začíná ve 20 dnech věku, kdy již pevné látky tvoří většinu přijímané potravy a od 30. dne života, kdy je již příjem mléka minimální, je cékotrofie plně vyvinuta. V tomto období se současně zastavuje produkce mléčného oleje, a tak může dojít k úplnému rozvoji střevní mikroflóry. Žaludeční pH se snižuje na dospělé úrovni v rozmezí 1 až 2, což působí jako další účinná bariéra proti mikrobiální kolonizaci žaludku a tenkého střeva (Fekete, 1989). Ochrana rostoucího králíka proti střevním infekcím během období odstavu silně závisí na synchronizaci přechodu z jednoho ochranného mechanismu na druhý. Proto se s většinou případů střevních onemocnění (jako jsou například kokcidiózy) v králíciích koloniích setkáváme právě v období těsně po odstavení.

Průchod celé tráveniny žaludkem u dospělého jedince trvá za normálních podmínek přibližně 3 až 6 hodin (Harcourt-Brown, 2002). V žaludku započíná hydrolyza bílkovin díky komplexu pepsinu a kyseliny chlorovodíkové. Důležitou výjimku tvoří trávení cékotrofních výkalů. Ty jsou na povrchu chráněny mucinózní vrstvou a zůstávají nedotčeny po dobu nejméně 6 až 8 hodin po požití (Carabao et Piquer, 1998). Během této doby může uvnitř těchto měkkých výkalů docházet k mikrobiální fermentaci, což vede ke vzniku kyseliny mléčné v žaludku, a pH se v žaludku zvyšuje na 3 (Griffiths et Davies, 1963).

3.1.4.1.3 TENKÉ STŘEVO

Další částí trávicího traktu je tenké střevo, které měří u králíků přibližně 3 metry a zabírá asi 12 % celého gastrointestinálního traktu (O'Malley, 2005). V tenkém střevě dochází k převážné části trávení a vstřebávání živin pomocí pasivního nebo aktivního transportu po celé sliznici. Ke zvětšení vnitřního povrchu tenkého střeva a usnadnění tak vstřebávání živin slouží malé výběžky, tzv. klky, které pokrývají převážnou část povrchu tenkého střeva. Můžeme ho rozdělit na tři části – dvanáctník (duodenum), lačník (jejunum) a kyčelník (ileum; Kardong, 2009).

V proximální části duodena vyúsťuje žlučovod, kde dochází k sekreci žluči. Jenkins (2000) uvádí, že králík vyprodukuje denně okolo 100 až 150 ml žluči na kilogram tělesné hmotnosti, což je sedmkrát více než produkce u psa. Žluč obsahuje především žlučové kyseliny, které jsou syntetizovány v játrech a jsou důležité pro trávení tuků. Další funkční složkou žluči jsou žlučové pigmenty. Biliverdin je produktem rozkladu hemoglobinu a u většiny savčích druhů je před tím, než je vyloučen do žluče, přeměněn pomocí enzymu biliverdin reduktázy na bilirubin. Aktivita biliverdin reduktázy je u králíků však velmi nízká – až 60 krát nižší než například u potkanů, a proto je 63 % žlučových barviv králíků tvořeno nezreagovaným biliverdinem (Munoz et al., 1986).

Naopak v distální části duodena vyúsťují vývody slinivky břišní, daleko od vývodu žlučovodu (Carabao et Piquer, 1998). Je jimi do duodena přiváděna pankreatická šťáva bohatá na enzymy štěpící cukry, tuky a bílkoviny jako jsou trypsin, chymotrypsin a karboxypeptidázy. Dále zde dochází k sekreci střevních trávicích enzymů a pufrů. PH tenkého střeva se zde blíží 7 (Vernay et Raynaud, 1975; Nicodemus et al., 2002).

Jejunum neboli lačník je nejdelším úsekem střeva a i celkově nejdelší částí celého trávicího traktu. V břišní dutině vytváří nejrůznější kličky. I zde dochází k trávení potravy a dalšímu vstřebávání živin. Na konci přechází v poslední část tenkého střeva - kyčelník neboli ileum. Povrch sliznice ilea již není tolik členitý a v podslizničním vazivu se nachází

agregáty lymfatické tkáně, tzv. Peyerovy pláty (či plaky), a jejich důležitost roste v distálnějších částech kyčelníku. Tyto úseky lymfatické tkáně jsou důležitým spouštěcím místem slizniční imunity, zprostředkovávají totiž transport patogenních mikroorganismů a jiných velkých molekul do mízy či krve, kde může dojít ke styku s makrofágy a lymfocyty (O'Malley, 2005). Distální konec ilea se rozšiřuje v kulovitý silnostěnný útvar označovaný jako *sacculus rotundus*, který vytváří spojení mezi ileem, cékem a tlustým střevem (Jenkins, 2000). O'Malley (2005) udává, že se tento orgán vyskytuje pouze u čeledi zajícovitých, a jelikož obsahuje opět značné množství lymfatické tkáně a makrofágů, má imunologickou funkci a je někdy označován jako tzv. „střevní mandle“.

Průchod tráveného materiálu tenkým střevem králíka je v porovnání s jinými býložravými druhy poměrně rychlý. K peristaltickým kontrakcím dochází každých 10 – 15 minut a tato doba se nemění ani v závislosti na fázi cékotrofního cyklu. Lebas (1979) odhaduje retenční časy tráveniny na 10 až 20 minut v jejunu a 30 až 60 minut v ileu. Hormon motilin stimuluje kontrakce hladké svaloviny. Jeho uvolňování je stimulováno přítomností tuků a naopak inhibováno přítomností sacharidů v obsahu střeva (Ito, 1990). Aktivita motilinu v distální části tenkého střeva klesá, v cékum již zcela chybí, ale znovu se objevuje v tlustém střevě.

3.1.4.1.4 SLEPÉ STŘEVO

Dalším oddílem trávicího traktu králíka je slepé střevo (cékum), které je první částí tlustého střeva. Pro trávicí systém králíka je to velmi důležitý a nezastupitelný orgán a je proto také značně vyvinutý - je proporcionálně největší než u kteréhokoli jiného savce (Jenkins, 2000). Je přibližně dvakrát delší než břišní dutina (Jenkins, 2000) a jeho kapacita je desetkrát větší než žaludku (O'Malley, 2005). Autor O'Malley (2005) uvádí, že slepé střevo králíka tvoří 40 % z celkového objemu trávicího traktu, ale Jenkins (2000) udává, že to může být dokonce až 60 %.

Slepé střevo králíka má podobu tenkostěnného slepého vaku, který je stočený ve třech záhybech. Jeho první část se nazývá ampule caecalis coli, která tvoří T-křížovátku mezi ileem, slepým střevem a proximální částí tračnicku (Harcourt-Brown, 2002). Další a hlavní částí je mohutné stočené tělo slepého střeva, na jehož konci se nachází dlouhý slepě zakončený tenký výběžek appendix vermiformis (Donnelly, 1997). Tento výběžek obsahuje značné množství lymfatické tkáně a vylučuje do lumen céka hydrogenuhličitanové ionty, které napomáhají oddělování těkavých mastných kyselin produkovaných fermentací a vody, které jsou absorbovány přes střevní epitel, za vzniku cékální pasty (Williams et al., 1961).

Slepé střevo poskytuje vhodné anaerobní podmínky pro značné množství druhů bakterií. Nejvíce jsou zde zastoupeny bakterie rodu *Bacteroides* spp., které se zde vyskytují v množství až 10 na 9/g (Fekete, 1989). V lumen slepého střeva se vyskytují bakterie rodu *Bifidobacterium* spp., *Endophorus* spp., *Streptococcus* spp. a *Acuformis* spp. Na sliznici střeva se pak nacházejí bakterie rodů *Clostridium*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus* a *Fusobacterium*, a mnoho dalších neidentifikovaných anaerobních druhů (Cheeke, 1987; Straw, 1988). Součástí mikroflóry slepého střeva králíka mohou být také některé druhy nepatogenních prvoků, jako jsou bičíkovci rodu *Eutrichomastix* spp., *Enteromonas* spp. a *Retortamonas* spp. nebo améboidní organismus *Entamoeba cuniculi* (Lelkes et Chang, 1987). Kvasinkou specifickou pro králíka je druh *Saccharomyces* (syn. *Cyniclomyces*) *guttulatus*, která je v obsahu slepého střeva přítomna v množství 10 na 6/g (Forsyth et Parker, 1985). Setkáme se zde i s malým množstvím bakterií *Escherichia coli*, což nemusí nutně indikovat průjmové onemocnění (O'Malley, 2005).

Hodnota pH v králičím slepém střevě se mění v závislosti na fázi cékotrofního cyklu. Ráno je pH cékálního obsahu alkalické a v polovině odpoledne se začíná značně okyselovat. Lelkes a Chang (1987) uvádí, že odpolední hodnota pH je navíc obecně vyšší u dospělých jedinců (5,9 – 6,8) než u králíčat v období odstavu (5,4–6,3).

3.1.4.1.5 TLUSTÉ STŘEVO

Jak již bylo popsáno výše, první částí tlustého střeva je slepé střevo. Dalšími částmi pak jsou tračník a konečník. Tračník králíka můžeme rozdělit na několik odlišných polohových a morfologických částí. Základní dělení ho rozděluje na tračník vzestupný, příčný a sestupný. Hladká svalovina tračníku vytváří na jeho povrchu viditelné podélné pruhy, tzv. ténie, a kruhové výdutě zvané haustra.

Vzestupná část tračníku je velmi dlouhá a zabírá převážnou část břišní dutiny. Můžeme ji dále rozdělit na 4 až 5 úseků (Harcourt-Brown, 2002; Davies et Davies, 2003). První část, která je přibližně 10 cm dlouhá, má na svém povrchu tři ténie, které mezi sebou vytváří tři řady hauster. Na sliznici lze vidět malé výstupky měřící asi 0,5 mm, které jsou považovány za jedinečné pouze pro čeled' zajícovitých. Představují zvýšení povrchu tlustého střeva, čímž podporují zvýšenou absorpci (Harcourt-Brown, 2002). Druhá část vzestupného tračníku je přibližně 20 cm dlouhá a je tvořena pouze jednou téníí a menším haustrem. Třetí část je nazývána *fusus coli* a svalová tkáň zde již nevytváří ténie ani haustra. Je to asi 4 cm dlouhá svalová oblast, která je vysoce inervována. Slizniční povrch má v této části výrazné

podélné záhyby a obsahuje četné pohárovité buňky. Čtvrtá část vzestupného tračníku je histologicky k nerozeznání od tračníku příčného a sestupného (Harcourt-Brown, 2002).

Vzhledem k tomu, že *fusus coli* vytváří přírodní rozdělení mezi dvěma morfologicky a funkčně odlišnými sekcemi králičího tračníku, mnoho fyziologických textů opustilo tradiční pojetí vzestupného, příčného a sestupného tračníku a zavedlo místo toho označení jako "proximální" a "distální" tračník (Snipes et al. 1982).

Poslední částí tlustého střeva je konečník, který se morfologicky neliší od jiných zvířecích druhů. Celá trávicí soustava je zakončena řitním otvorem.

3.1.4.2 TRÁVENÍ BÍLKOVIN

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky složené z aminokyselin vázaných peptidovou vazbou do dlouhých řetězců. Tyto polypeptidové řetězce jsou pak ve třech rozměrech skládány do charakteristických terciárních struktur (Villamide et al., 2010).

Nutriční hodnota bílkovin je dána jak jejich aminokyselinovým složením, tak též jejich stravitelností, která je určena podílem proteinu stráveného a absorbovaného jako volné aminokyseliny ve střevech. Hlavní faktory podílející se na trávení proteinů u králíků stejně jako u ostatních nepřežvýkaců jsou jejich chemická struktura a vlastnosti a dostupnost k enzymům (Villamide et al., 2010).

Trávení bílkovin začíná v žaludku, kde probíhá jejich hydrolýza pomocí enzymu pepsinu. Bílkoviny jsou tak štěpeny na jednodušší polypeptidy. Štěpení pokračuje v tenkém střevě, kde jsou polypeptidy rozkládány pomocí dalších enzymů (především trypsin ze slinivky břišní) na peptidy a postupně až na samostatné aminokyseliny. Ileum je poslední částí trávicího traktu, kde mohou být aminokyseliny vstřebávány. Proto je ileální stravitelnost považována za skutečnou stravitelnost, která nám dává přesnější přehled o dostupnosti aminokyselin pro syntézu živočišných bílkovin, oproti stravitelnosti fekální (Carabaño et al., 2000). Nicméně i ileální trávenina obsahuje mnoho bílkovin endogenního původu, např. z epiteliálních buněk, mucinů či mikroorganismů (García et al., 2004).

3.1.4.3 TRÁVENÍ LIPIDŮ

Lipidy jsou komplexní skupinou organických látek skládajících se z uhlíku, vodíku a kyslíku. Je pro ně charakteristická hydrofóbnost – tedy nejsou rozpustné ve vodě. Oproti tomu se dobře rozpouštějí v organických nepolárních rozpouštědlech. Lipidy mohou být

rozděleny na jednoduché lipidy, které neobsahují mastné kyseliny, a komplexní lipidy, které jsou esterifikované mastnými kyselinami (Xiccato, 2010).

Největší nutriční význam mají triacylglyceroly, jelikož pro živočišné i rostlinné organismy představují nejtypičtější zásobárnu energie. Oproti jiným komponentám (bílkovinám či škrobu) jsou nositeli 2,25 krát většího množství energie. Jedná se o jednu molekulu glycerolu esterifikovanou třemi mastnými kyselinami. Fyzické, chemické a nutriční vlastnosti triacylglycerolů se pak odvíjí od charakteristik jejich mastných kyselin, přesněji dle počtu uhlíků a umístění dvojných vazeb. Triacylglyceroly přítomné v potravě králíka obsahují většinou mastné kyseliny se středně dlouhými a dlouhými řetězci o 14 až 20 uhlících, přičemž nejčastější jsou 16 a 18 uhlíkaté (Xiccato, 2010).

Jelikož jsou lipidy hydrofobní povahy, je jejich trávení pomocí hydrolytických enzymů značně komplikované. Proto jsou nejprve v tenkém střevě emulgovány na drobné kapénky a teprve po té štěpeny pomocí lipolytických enzymů a následně vstřebávány (Cheeke, 1987). Stejně jako u dalších druhů (prase, potkan i člověk) začíná však trávicí proces tuků u sajících mláďat králíků v žaludku, kde pre-duodenální lipázy (orální a někdy žaludeční) hydrolyzují přirozeně emulgovaný tuk v mléce. U sajících králíků žaludeční lipázy tvoří většinu lipolytické aktivity (Marounek et al., 1995). Po odstavu triacylglyceroly přijímané v pevné stravě již vyžadují emulgaci a štěpení tak probíhá až v tenkém střevě. Emulgace probíhá pomocí žlučových solí produkovaných v játrech. Ty štěpí tuky na malé kapénky, které jsou následně lépe přístupné enzymům – především pankreatické lipáze, kolipáze, fosfolipáze a sterolesterhydroláze. Ty hydrolyzují triacylglyceroly na jednodušší monoglyceridy, mastné kyseliny či až na samostatný glycerol. Ty pak zůstávají emulgovány a ve formě drobných kapének, tzv. micel jsou dopravovány k mikrokřím duodena a jejunu, kde jsou pomocí difúze absorbovány. Žlučové soli zůstávají v lumen střeva a jsou vstřebávány až ve spodnější části střeva, v distálním ileu (Xiccato, 2010).

Absorbce tuků je pasivní proces bez potřeby přísunu energie. Po vstoupení do enterocytů jsou glycerol a mastné kyseliny s krátkým řetězcem (do 12 uhlíků) vstřebávány přímo do krve, kde cirkulují jako neesterifikované mastné kyseliny. Monoglyceridy a mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (nad 12 uhlíků) jsou re-syntetizovány do triacylglycerolů. Kapičky nově vytvořených triglyceridů jsou pak pokryty lipoproteinovou membránou a vytvářejí tzv. chylomikrony, které dále prochází do lymfatické oběhové soustavy (Xiccato, 2010). Tyto mastné kyseliny pak mohou být metabolizovány jako zdroj energie, ukládány přímo do tukové tkáně či transportovány do mléka. Z tohoto důvodu může složení tuků v potravě králíka ovlivňovat složení tuku v králičím mase či v mléce (Hernández, 2008;

Pascual et al., 2003). Nestrávené mastné kyseliny mohou vstoupit do slepého střeva, kde jsou hydrogenovány cékálními mikroorganismy, nebo prochází nejspodnější částí střev a jsou vylučovány ve výkalech (Xiccato, 2010).

3.1.4.4 TRÁVENÍ SACHARIDŮ

Rostlinné sacharidy, které zařazujeme do výživy králíků, můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou sacharidy, které jsou obsaženy převážně v rostlinných buňkách, a zvíře je hydrolyzuje pomocí endogenních střevních enzymů, druhou skupinu pak tvoří polysacharidy buněčných stěn, které mohou být štěpeny pouze za pomoci enzymů produkovaných mikroorganismy (Blas et Gidenne, 2010).

Dále můžeme sacharidy dělit dle počtu cukerných jednotek na nejjednodušší monosacharidy (tvořené pouze jednou cukernou jednotkou), oligosacharidy (složené ze 2 až 10 cukerných jednotek) a polysacharidy (nejsložitější sacharidy složené z 11 a více cukerných jednotek).

3.1.4.4.1 MONOSACHARIDY A OLIGOSACHARIDY

Jednoduché cukry jsou v krmivech pro králíky obecně zastoupeny pouze v nízkých koncentracích (<50 g.kg⁻¹sušiny; Blas et Gidenne, 2010).

Z monosacharidů je nejvíce zastoupena glukóza a fruktóza, které se vyskytují samostatně nebo společně ve formě disacharidu sacharóza (Blas et Gidenne, 2010). Disacharid laktóza, v porovnání s ostatními savci, je obsažen v mléce králíc ve velmi malém množství (50 g.kg⁻¹ v sušině), a proto se do granulí pro králíčata nepřidává (Maertens et al., 2006). Další disacharidy, které se mohou objevit v potravě králíka, jsou například maltóza a melibióza (Blas et Gidenne, 2010).

Oligosacharidy jsou definovány jako molekuly s nízkým stupněm polymerizace. Maltotrióza je trisacharid složený z tří jednotek glukózy spojených 1,4- α -glykosidickou vazbou a je produktem trávení škrobu (Blas et Gidenne, 2010). Mezi další oligosacharidy patří například rafinóza, stachyóza a verbaskóza, které jsou souhrnně označovány jako tzv. α -galaktosidy. Zvířata (ani člověk) je neumí sama strávit, jelikož nemají potřebné enzymy, a jsou proto tráveny až v tlustém střevě za pomoci mikroorganismů. Kompletní proces trávení α -galaktosidů byl popsán u potkanů a prasat, nicméně se předpokládá, že u králíků jejich štěpení probíhá obdobně (Goodlad et Mathers, 1990; 1991). Nalézají se především v semenech luskovin nebo v extrahovaných luštěninových šrotech, například semena hrachu

jich obsahují 50 g.kg⁻¹, semena lupiny 40 g.kg⁻¹a sójová moučka 50 g.kg⁻¹sušiny (Thivend, 1981).

3.1.4.4.2 ŠKROB

Škrob je hlavním zásobním polysacharidem většiny zelených rostlin. U některých druhů rostlin, například právě u topinamburu či čekanky, je však nahrazen α -fruktany, jako je například inulin.

Skládá se z tisíců až desetitisíců jednotek D-glukózy poskládaných do dvou typů řetězců – lineární nevětvené amylozy a rozvětveného amylopektinu. Kromě glukózy obsahuje i malé množství lipidů a proteinů (Swinkels, 1985). V rostlinách se vyskytuje ve formě škrobových zrn a jejich tvar a velikost se liší dle původu – např. rýžový škrob má malá zrna o velikosti 5–6 μm , zatímco banánový škrob velká o velikosti 38–50 μm (Blas et Gidenne, 2010). Předpokladem pro trávení škrobu je absorpce enzymů do škrobového zrna.

Škrob je pro králíky, stejně jako pro další hospodářská zvířata, téměř kompletně stravitelný. Trávení škrobu začíná v žaludku, nicméně neexistují žádná věrohodná data o rozsahu hydrolýzy (Blas et Gidenne, 2010). Bylo vyzorováno, že obsah škrobu v trávenině v žaludku je očividně nižší než v potravě (Fraga et al., 1984). Wolter et al. (1980) vyzorovali, že u restringovaně krměných králíků poražených 4 hodiny po krmení bylo 31 % požitého škrobu hydrolyzováno v žaludku. Toto je však pravděpodobně nadhodnoceno, jelikož nebyl brán v úvahu vliv měkkých výkalů pozřených v rámci cékotrofie (Blas et Gidenne, 2010). Veškerá amyláza v žaludku pochází v podstatě z měkkých výkalů a slin, a zůstává na konstantní úrovni od 4. týdne života nezávisle na příjmu škrobu (Blas, 1986). Hlavní faktor limitující činnost amylázy v žaludku je pH (Blas et Gidenne, 2010). Při poklesu žaludečního pH pod 3,2 je aktivita amylázy zcela inhibována (Blas, 1986).

Převážná část trávení škrobu probíhá v tenkém střevě za působení pankreatické amylázy. Další enzymy, které se zde na trávení škrobu podílejí, jsou maltáza či amyloglukosidáza, s jejichž pomocí je škrob štěpen až na glukózu, která je následně vstřebávána in situ (Blas et Gidenne, 2010). Schopnost trávit škrob je však ovlivněna věkem králíka. Aktivita amylázy se výrazně zvyšuje mezi 2. a 7. týdnem života (Blas, 1986; Debray et al., 2003; Gallois et al., 2008) a stále narůstá u tříměsíčních mláďat (Marounek et al., 1995). Otutumi s kolektivem (2005) uvádí, že amyloglukosidáza zvyšuje svou aktivitu mezi 37. až 60. dnem života králíka. Na vývoj aktivity maltázy v tenkém střevě však existují různé názory – Gallois s kolektivem (2008) tvrdí, že zvyšuje aktivitu mezi 2. a 4. týdnem života, ale následně již ne. Jiní autoři však uvádí, že její aktivita narůstá pouze mezi 32. a 42. dnem

(Debray et al., 2003) nebo naopak dokonce až mezi 1. a 3. měsícem života (Marounek et al., 1995). Předpokládalo se, že míru trávení škrobu v tenkém střevě lze také zvýšit zvýšeným příjmem škrobu (Blas, 1986). Novější výzkumy však tento předpoklad vyvracejí - Debray s kolektivem (2003) například neobjevili žádné rozdíly v aktivitě amylázy i dalších enzymů v tenkém střevě u králíků starých 42 dnů, které krmili dvakrát větším množstvím škrobu než králíky kontrolní. Míra trávení škrobu u mladých králíků je navíc ovlivněna dobou odstavu. Corring s kolektivem (1972) zjistili, že aktivita pankreatické amylázy je u 30 dní starých králíků časně odstavených ve 21 dnech vyšší oproti králíkům neodstaveným. Aktivita maltázy u nich však byla naopak nižší. Shodné výsledky uvádí také Gallois a kolektiv (2008).

Škrob, který se nestihl strávit v tenkém střevě, je poměrně rychle hydrolyzován a štěpen pomocí mikroflóry ve slepém a tlustém střevě (Blas et Gidenne, 2010). I v této části trávicího traktu byla prokázána přítomnost amylázy, která je sem dopravena buď z tenkého střeva společně s tráveninou anebo má mikrobiální původ (Blas, 1986; Marounek et al., 1995).

3.1.4.4.3 INULIN A OLIGOFUKTÓZA

Inulin patří mezi fruktany, což jsou polymery fruktózy, a pomocí enzymu inulináza je hydrolyzován na oligofruktózu (Kaur et al., 1992). Z hlediska lidské výživy jsou inulin a oligofruktóza vhodné především pro diabetiky, jelikož mají nižší kalorické hodnoty než běžné sacharidy díky β -2,1 glykosidickým vazbám, které spojují jednotlivé molekuly fruktózy. Tyto vazby je činí téměř nestravitelnými pro střevní enzymy. Inulin a oligofruktóza tak procházejí přes ústa, žaludek a tenké střevo, aniž by byly metabolizovány. To bylo prokázáno mnoha vědeckými studiemi (Okey, 1919; Nilsson et al., 1988; Rumessen et al., 1990). Tyto studie naznačují, že téměř všechny požitý inulin i oligofruktóza jsou zcela fermentovány až po vstupu do tlustého střeva střevní mikroflórou. Kvašením je získávána energie, která je z velké části výsledkem výroby mastných kyselin s krátkým řetězcem a laktátu. Z analytické a fyziologického hlediska by tedy inulin a oligofruktóza měly být klasifikovány jako vláknina (Graham et Aman 1986, Knudsen et Hessov, 1995; Nilsson et al. 1988).

Další významnou nutriční funkcí inulinu a oligofruktózy je působení jako prebiotika, jelikož selektivně stimulují růst a aktivitu řady potenciálně zdraví prospěšných střevních bakterií (Gibson et al. 1995). Tyto bakterie produkují enzymy, pomocí nichž inulin dokážou rozštěpit a je tedy pro ně zdrojem energie. Prokázán byl například bifidogenní účinek, tedy stimulace růstu bakterií rodu *Bifidobacteria*. Tyto bakterie inhibují růst škodlivých bakterií,

stimulují složky imunitního systému a napomáhají absorpci určitých iontů a syntéze vitamínů B (Bouhnik et al. 1994; Djouzi and Andrieux, 1997; Gibson et al. 1995).

Kromě snížené kalorické hodnoty, fyziologických účinků jako vláknina, modulace lipidů a probiotické funkce mají dle výsledků řady studií inulin a oligofruktóza také pozitivní vliv na vstřebávání vápníku a dále na prevenci rakoviny u zvířat (Delzenne et Roberfroid, 1994; Ohta et al., 1993; Van den Heuvel et al. 1997).

3.1.4.4 VLÁKNINA

Hlavní složkou stravy králíka je vláknina, která tvoří asi 40 – 50 % příjmu. Má vliv na rychlost průchodu tráveniny trávicím traktem, funkčnost sliznice a dále slouží jako substrát pro mikroflóru. Proto je její role ve výživě králíka nezastupitelná a má vliv na celkové zdraví a produkci (Gidenne et al., 2010).

Koncept vlákniny byl již mnohokrát důkladně projednáván, nicméně vzhledem ke komplexnosti všech jejích složek, jejich rozdílným fyziologickým vlastnostem a různorodému chemickému složení do dnešní doby neexistuje jednotná definice a ani jednotná mezinárodně uznávaná analytická metoda k jejímu stanovení (Gidenne et al., 2010). Zjednodušeně lze říci, že vláknina jsou všechny složky potravy, které jsou těžce stravitelné endogenními enzymy, a které mohou být v trávicím traktu částečně či zcela fermentovány. Jedná se především o složky buněčných stěn rostlin, jako jsou celulóza, hemicelulózy, pektiny, β -glukany, chitin či lignin (Mertens, 2003). Jiní autoři však do vlákniny zahrnují i některé složky původem z cytoplasmy rostlinných buněk – např. resistantní škroby, některé oligosacharidy či fruktany (De Vries and Rader, 2005). Dále je možné vlákninu dělit dle rozpustnosti ve vodě na rozpustnou, kam patří pektiny či β -glukany, a nerozpustnou, kterou tvoří především celulóza, hemicelulózy a lignin (Gidenne et al., 2010). Podrobněji lze pak nerozpustnou vlákninu rozčlenit pomocí detergentního systému na neutrálně detergentní vlákninu (NDF), acidodetergentní vlákninu (ADF) a acidodetergentní lignin (ADL). NDF představuje zbytek buněčných stěn a zahrnuje celkový obsah celulózy, hemicelulóz a ligninu. ADF je podmnožinou NDF, která obsahuje již pouze celulózu a lignin (Koukolová a kol., 2010).

Pektiny jsou polysacharidy vyskytující se ve střední lamelle buněčných stěn dvouděložných rostlin, zejména v primárních tkáních u mladých rostlin. Dále se vyskytují například v semenech luštěnin či v ovocných plodech. Celulóza je hlavní stavební polysacharid rostlinných buněčných stěn a je tvořena jednotkami β -glukózy lineárně spojených β -1,4 vazbami. Hemicelulózy jsou polysacharidy, na jejichž stavbě se podílejí kromě glukózy i další monosacharidy (manóza, galaktóza, xylóza atd.), které pak tvoří

rozvětvené řetězce. Patří sem například galaktomanany, galaktany, xylany, manany a další. Lignin je nesacharidová složka buněčných stěn rostlin a jeho obsah se zvyšuje s rostoucím stářím rostlin. Jedná se o vysokomolekulární látku složenou z derivátů fenylypropanu, které tvoří vysoce větvenou a trojrozměrnou síť.

Předpokládalo se, že vláknina je trávena až ve slepém střevě za pomoci mikroorganismů, nicméně v současnosti již existují důkazy, že některé součásti stavebních sacharidů jsou degradovány již před vstupem do slepého střeva králíka, což bylo pozorováno i u dalších nepřežvýkavců jako jsou prasata či drůbež. Rozsah precékálního trávení se u hrubé vlákniny pohybuje mezi 7 – 19 % (Yu et al., 1987) a mezi 5 – 43 % u NDF (Gidenne et Ruckebusch, 1989). Nicméně stejně jako v případě škrobu mohou být takto vysoké hodnoty způsobeny příjmem měkkých výkalů díky cékotrofii (Marounek et al., 1995).

Degradace vlákniny je primárně určena retenčním časem tráveniny ve slepém střevě, zdejší mikrobiální aktivitou a jejím chemickým složením a strukturou. Cékalní mikroorganismy produkují enzymy, které jsou schopny hydrolyzovat základní složky vlákniny. Ve slepém střevě králíka byla zjištěna převaha enzymů pro degradaci pektinů a hemicelulóz než pro degradaci celulózy (Falcão e Cunha et al., 2004; Marounek et al., 1995). To je způsobeno nižším počtem celulolytických bakterií v porovnání s bakteriemi xylanolytickými nebo pektinolytickými (Boulahrouf et al., 1991). Složení cékalní mikroflóry je však do jisté míry ovlivněno typem diety a tím pádem i rozdílným složením vlákniny. Například při zkrmování cukrové řepy byla zjištěna vyšší aktivita pektinolytických a celulolytických bakterií, zatímco při dietě obsahující pšeničné otruby byla zvýšená xylanolytická aktivita (Falcão e Cunha et al., 2004).

Retenční dobu tráveniny v céku lze odhadnout z rozdílu mezi průměrnou ileo-rektální retenční dobou a minimální dobou průchodu tráveniny. Gidenne (1994) změřil, že ileo-rektální retenční doba u průměrného králíka při dietě obsahující 360 g NDF na kg sušiny je 13,2 hodin. Druhá hodnota, získaná pomocí ileálně kanylovaných zvířat, je poměrně konstantní v rozmezí od 3,5 do 4,5 hodiny, s průměrem 3,7 hodiny (García et al., 1999; Gidenne, 1994). Z toho vyplývá, že doba fermentace vlákniny (v céku a proximální části tračníku) je cca 9,5 hodiny (13,2 – 3,7; Gidenne et al., 2010). Délka retenční doby je také ovlivněna velikostí částic. Björnhag (1972) vyzoroval, že velikost částic vlákniny má vliv na vstup tráveniny do slepého střeva. Také Gidenne (1993) vyzoroval, že částice menší než 0,3 mm byly v céku zadrženy déle (průměrně 10 i více hodin) oproti částicím větším.

3.1.4.5 ZÁKLADNÍ POTŘEBY ŽIVIN

V posledních letech se pravidelně zvyšuje produktivita intenzivně chovaných králíků z důvodů zlepšení v oblasti genetiky, managementu chovu a patologie. Samice jsou schopny odstavit více jak 60 mláďat ročně, která díky vysoké rychlosti růstu dokážou během výkrmu až padesátkrát znásobit svou porodní hmotnost (De Blas et Mateos, 2010). Aby chovatel dosahoval takovýchto výsledků, je ovšem nutné zajistit zvířatům dostatečný přísun živin.

Požadavky na živiny se v jednotlivých obdobích života králíka mění a pro úspěšnost chovu je třeba je respektovat. Zároveň je nutné si uvědomit rozdíly mezi jednotlivými kategoriemi zvířat. Autor se v práci zaměří především na králíky ve výkrmu.

Králíci ve výkrmu mají poměrně vysoké nároky na obsah živin a energie v krmivu vzhledem k vysoké intenzitě růstu. Ve výživě králíků se pro vyjádření energetické hodnoty využívá jednotka stravitelná energie (SE) udávaná v MJ, kterou získáme po odečtení energie vyloučené ve výkalech od celkové brutto energie (BE) krmiva (Xiccato et Trocino, 2010). Různí autoři doporučují obsah SE v krmivu pro výkrm v rozmezí od 9,41 – 11,17 MJ.kg⁻¹ v původní hmotě (Colin, 1975; Davidson et Spreadbury, 1975; Colin et Allain, 1978; Berchiche et Lebas, 1994; Taboada et al., 1996; De Blas et al., 1998).

Díky své zvláštní fyziologii trávicího traktu jsou králíci ve výkrmu schopni dosahovat dobrého růstu při dietách s vysokým obsahem vlákniny. Partridge s kolektivem (1989) zjistili, že maximálního růstu bylo dosaženo s dietami, které obsahovaly kolem 180 – 210 g ADF na kg sušiny (a bez přídavku tuku), což odpovídá přibližně 9,7–10,3 MJ.kg⁻¹ stravitelné energie (SE). Při vyšším obsahu vlákniny již králíci nebyli schopni udržet příjem SE. Diety s velmi vysokým obsahem vlákniny (350 g.kg⁻¹ ADF v sušině) snižovaly průměrný denní přírůstek a konverzi krmiva o 30 až 50 % oproti dietám s optimálním obsahem. Další studie prokázaly, že zvýšení obsahu ADF v potravě ze 190-210 na 240-260 g.kg⁻¹ v sušině způsobilo nárůst mortality vykrmovaných zvířat (Gutiérrez et al., 2002) a vedlo ke zhoršení struktury sliznice střev (Álvarez et al., 2007).

Velmi významnou živinou ve výživě králíka jsou bílkoviny, které jsou důležitým zdrojem dusíkatých látek (NL). Dostatečný přísun bílkovin a aminokyselin je významným limitujícím faktorem v příjmu krmiva a tím pádem i růstu králíka. Spreadbury (1978) zkrmoval králíkům krmiva s koncentrací NL v rozmezí 104 – 225 g na kg sušiny. Zjistil, že spotřeba krmiv a s ním i růst králíků se zvyšoval s dávkami NL v krmivu až do obsahu 150 g na kg. Při vyšších koncentracích bylo pozorováno již jen nepatrné zvýšení. Růst se také

výrazně zlepšil při přidavku aminokyselin methioninu a lysinu, které jsou ve výživě králíka limitující.

Králíci nemají žádné specifické požadavky na obsah tuků ve výživě kromě malé potřeby esenciálních mastných kyselin (především kyselina linolová a linolenová). Kyselina linolová je důležitá pro tvorbu kyseliny arachidonové, což je prekurzor pro tvorbu prostaglandinů a prostacyklinů či thromboxanů, má tedy vliv na reprodukci a udržení homeostázy. Linolenová kyselina je důležitá pro tvorbu kyseliny eikosapentaenové, která je prekurzorem mnoha sloučenin nezbytných pro funkci srdce, sítnice a mozku a také pro imunitní systém (Enser, 1984; Sanders, 1988). Potřeba těchto esenciálních kyselin je snadno naplněna lipidy obsaženými v konvenčních surovinách, které se používají do krmných směsí. Tradičně je výživa králíka založena na nízko až středně energetických krmivech a obsah surového tuku v dietě v průměru nepřesahuje 30 - 35 g na kg. V současné době je však poměrně běžný přídavek omezeného množství tuků (10 - 30 g na kg) do králíčích diet v intenzivních chovných systémech (Maertens, 1998). Zvýšená koncentrace energie v krmné dávce je vhodná zejména pro samice, které jsou v laktaci a zažívají energetický deficit (Xiccato, 1996). Přídavek tuku do krmné dávky pro mláďata v odstavu může napomoci k dobré tělesné kondici, stimuluje vývoj imunitního systému a zlepšuje celkový zdravotní stav (Maertens et al., 2005). U králíků ve výkrmu pak můžeme přidavkem tuků příznivě měnit nutriční vlastnosti králíčího masa (Hernández, 2008).

Požadavky intenzivně chovaných králíků na základní živiny, stopové prvky a vitamíny jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 1: Základní nutriční požadavky intenzivně chovaných králíků (přepočítáno na obsah sušiny 90 %; De Blas et Mateos, 2010).

	Samice v reprodukci	Výkrm
SE (MJ.kg ⁻¹)	10.7	10.2
NDF (g.kg ⁻¹)	320 (310–335)	340 (330–350)
ADF (g.kg ⁻¹)	175 (165–185)	190 (180–200)
CF (g.kg ⁻¹)	145 (140–150)	155 (150–160)
ADL (g.kg ⁻¹)	55	50
Škrob (g.kg ⁻¹)	170 (160–180)	150 (140–160)
NL (g.kg ⁻¹)	175 (165–185)	150 (142–160)

Tabulka 2: Požadavky na stopové prvky intenzivně chovaných králíků (přepočítáno na obsah sušiny 90 %; De Blas et Mateos, 2010).

Prvek	Samice v reprodukci	Výkrm
Kobalt (mg.kg ⁻¹)	10.7	10.2
Měď (mg.kg ⁻¹)	320 (310–335)	340 (330–350)
Železo (mg.kg ⁻¹)	175 (165–185)	190 (180–200)
Jód (mg.kg ⁻¹)	145 (140–150)	155 (150–160)
Mangan (mg.kg ⁻¹)	55	50
Selen (mg.kg ⁻¹)	170 (160–180)	150 (140–160)
Zinek (mg.kg ⁻¹)	175 (165–185)	150 (142–160)

Tabulka 3: Požadavky na obsah vitaminů intenzivně chovaných králíků (přepočítáno na obsah sušiny 90 %; De Blas et Mateos, 2010).

Vitamin	Samice v reprodukci	Výkrm
Vit. A (mIU.kg ⁻¹)	10	6
Vit. D (mIU.kg ⁻¹)	0,9	0,9
Vit. E (IU.kg ⁻¹)	50	15
Vit. K ₃ (mg.kg ⁻¹)	2	1
Vit. B ₁ (mg.kg ⁻¹)	1	0,8
Vit. B ₂ (mg.kg ⁻¹)	5	3
Vit. B ₆ (mg.kg ⁻¹)	1,5	0,5
Vit. B ₁₂ (μg.kg ⁻¹)	12	9
Kys. listová (mg.kg ⁻¹)	1,5	0,1
Niacin (mg.kg ⁻¹)	35	35
Kys. pantotenová (mg.kg ⁻¹)	15	8
Biotin	100	10
Cholin (mg.kg ⁻¹)	200	100

3.2 TOPINAMBUR

Slunečnice hlíznatá (*Helianthus tuberosus* L.) neboli též topinambur hlíznatý je rostlina z čeledi hvězdicovité (*Asteraceae*) nebo složnokvěté (*Compositae*) z řádu hvězdicotvárné (*Asterales*). Rod *Helianthus* zahrnuje přibližně 50 druhů rostlin původem z Ameriky. Řadíme sem i další významnou zemědělskou plodinu, známější druh slunečnice - slunečnici roční (*Helianthus annuus*, Kays et Nottingham, 2008). Morfologicky si jsou obě rostliny značně podobné, ale topinambur seliší tím, že vytváří pod zemí odolné hlízy (Stauffer

et al. 1980). Způsobem pěstování má topinambur tudíž blíže spíše k bramborám (Hamouz a Lachman, 2010).

Jedná se o alternativní plodinu, která nachází uplatnění jak v lidské výživě, tak i ve výživě zvířat, v pícninářství či jako energetická plodina (Kasal a kol., 2000).

3.2.1 PŮVOD A VÝVOJ PĚSTOVÁNÍ

Topinambur pochází původně ze Severní Ameriky, kde roste ve volné přírodě dodnes (Kasal a kol., 2000). Nicméně přesné místo původního výskytu zůstává předmětem diskuzí (Chekroun et al., 1994). Odtud ho roku 1605 dovezl cestovatel Samuel de Champlain do Evropy a od té doby se rozšířil kosmopolitně (Martin et al. 2002). Jelikož se jedná o velmi odolnou plodinu, je pěstován téměř po celém světě včetně České republiky. Ve větším měřítku se však pěstuje jen v několika zemích, z nichž můžeme jmenovat například Francii, odkud pochází i první zmínky o jeho pěstování v Evropě.

V posledních 300 letech zájem o tuto plodinu značně kolísal. Během dob neúrody či nedostatku potravin (například během a po 2. světové válce) se často zvyšoval zájem o ne tolik známé potenciální zdroje obživy (Kays et Nottingham, 2008). V České republice zažívala tato plodina největší rozkvět v 60. letech 20. století, kdy byla pěstována především na Třeboňsku, v oblastech, kde se nedařilo bramborám. Od té doby se u nás objevilo několik dalších pokusů o pěstování topinamburů, naposled v roce 1993, kdy byly vypěstovány na Lounsku na ploše cca 50 ha k výrobě přírodního sladidla pro diabetiky Vivahelp (Hamouz a Lachman, 2010).

V současné době se však zájem o topinambur opět zvyšuje díky zvyšujícímu se povědomí o jeho pozitivním vlivu na zdraví zvířat i lidí. Jelikož se jedná o dietní potravinu, je vhodný jako součást racionální výživy jako alternativa za brambory či pro diabetiky a dále nachází uplatnění i při produkci biopaliv (Kays et Nottingham, 2008).

3.2.2 BOTANICKÝ POPIS ROSTLINY

Slunečnice topinambur dorůstá do výšky až 3 metrů (Kasal a kol., 2000). Lodyha může být lysá nebo drsně ochlupená. Trichomy plní u rostliny ochranou funkci a jejich přítomnost je podmíněna geneticky. U topinamburu existují minimálně čtyři druhy trichomů, které se liší ve velikosti, umístění a hustotě (Kays et Nottingham, 2008). Lodyha se v horní části rostliny větví (Ježková, 2004). Květenství na jednotlivých větvích se nazývají úbory a jsou tvořena drobnými žlutými jazýčkovitými květy. Rostlina kvete v období srpna až října

a úbory mohou dorůst do velikosti 10 cm (Kasal a kol., 2000). Květy následně uzrávají v malá tvrdá semena, v našich agroekologických podmínkách se však většinou semena netvoří (Černý, 2003).

Listy jsou většinou vstřícné, v horní části rostliny však spíše střídavé (Ježková, 2004). Mají vejčitý tvar, jsou zašpičatělé a zužují se v křídlatý asi 1 až 6 cm dlouhý řapík. Jsou hrubě pilovité, na horní straně drsné a zesponu bělavě pýřité. Dorůstají velikosti 10 až 20 cm a jsou 5 až 10 cm široké, přičemž v horní části rostliny dorůstají do menších velikostí (Kays et Nottingham, 2008).

Jak již bylo řečeno výše, liší se topinambur od ostatních druhů z rodu *Helianthus* tím, že vytváří masité hlízy. Tyto hlízy se vytváří na krátkých výběžcích pod zemí (Stauffer et al. 1980). Jsou protáhlého tvaru s nepravidelným povrchem a s četnými kulovitými hrbolky, na kterých se nacházejí vegetační očka (Černý, 2003). Na povrchu jsou pokryty jemnou slupkou bílé, růžové až červené barvy (Ježková, E. 2004). Na rozdíl od hlíz brambor obsahují hlízy topinamburu namísto škrobu jinou zásobní látku - polysacharid inulin, díky kterému se řadí mezi značně dietní potraviny vhodné i pro diabetiky. Hlízy se vyznačují především výraznou odolností vůči mrazu, kdy vydrží teploty až - 30 °C, a je tedy možné je sklízet až na jaře.

Lodyha pokračuje 10 až 15 cm pod zem, kde se rozrůstá v mohutný kořenový systém. Většina kořenů dosahuje délky minimálně 70 cm, díky čemuž dokáže rostlina získávat živiny a vláhu z větších hloubek (Černý, 2003).

3.2.3 PĚSTOVÁNÍ A SKLIZEŇ

Topinambur je poměrně nenáročná rostlina s vysokou výtěžností a dobře se vyrovnává s extrémními podmínkami jako je sucho, chlad či živinově chudé půdy (Ciešlik et al., 2011). Navíc je také značně odolný vůči chorobám a škůdcům a nevyžaduje tedy chemickou ochranu, čímž se řadí mezi ekologické plodiny.

Technologický systém pěstování topinamburu se odvíjí od užitkového směru – sadbový, potravinářský, krmivářský či energetický (Černý, 2003). Topinambur lze pěstovat buďto intenzivně jako jednoletou rostlinu v rámci střídání plodin v osevním sledu, anebo extenzivně více let po sobě, kdy se porost sám obnovuje z hlíz zanechaných v půdě po sklizni (Kasal a kol., 2000). Při jednoletém pěstování je vhodné topinambur zařadit do nevyrovnaných sledů plodin, například při vysokém podílu obilnin, při kterých jinak dochází k jednostrannému zatěžování půdy (Ježková, 2004). Nevýhodou však je, že pozemek musí být včas připraven pro pěstování další plodiny, a tudíž musí být sklizeň provedena ještě na

podzim. To ale bývá zpravidla obtížnější než na jaře, jelikož hlízy jsou pevně spojeny s kořeny a vytváří společně s půdou kompaktní celek, který je těžce narušitelný a obtížně se sklízí (Černý, 2003). Další nevýhodou při jednoletém pěstování je zaplevelení následné plodiny rostlinami topinamburu. Vysoké růstové schopnosti lze naopak využít při pěstování víceletém, kdy odpadá výsadba, jelikož rostliny jsou schopné samoobnovy z ponechaných hlíz (Kasal a kol., 2000). Sklízet se pak může až na jaře, kdy je mechanizovaná sklizeň značně snadnější, jelikož přes zimní období dojde díky mrazu k narušení kompaktních balů kořenů, hlíz a půdy (Ježková, 2004).

Technologie pěstování se odvíjí dle zvoleného intenzivního nebo extenzivního způsobu pěstování. Při jednoletém pěstování se provádí na podzim po sklizni předplodiny nejprve podmítka a její ošetření a aplikují se organická hnojiva (Kasal a kol., 2000). Po té se hnojí draselnými a fosforečnými hnojivy dle obsahu těchto živin v půdě a následuje zimní hluboká orba. Jarní práce se zahajují dle vlhkosti půdy počínaje urovnáním povrchu půdy s následnou aplikací minerálního dusíku, jehož množství se odvíjí dle následného využití topinamburu (Čepl a kol., 1997). Dusík se pak do půdy zapravuje kypřením, které je vhodné v bramborářských oblastech opakovat (Kasal a kol., 2013). Když je půda připravená, je vhodné zahájit výsadbu během března či dubna, kdy jsou nejvhodnější klimatické podmínky (Kasal a kol., 2000). Ježková (2004) uvádí, že hlízy je vhodné vsázet do hloubky 6 – 12 cm, zatímco Kasal s kolektivem (2000) uvádějí hloubku 12 – 14 cm. Oba autoři se shodují, že hlízy by se měly sázet ve vzdálenosti 25 – 40 cm při meziřádkové rozteči 75 cm a že nejvhodnější je použít hlízy o hmotnosti cca 40 – 60 g (Černý, 2003). Na hektar by se pak mělo vysadit cca 50 až 55 tisíc hlíz (Čepl a kol., 1997; Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000).

Po výsadbě je vhodné provést vláčení síťovými branami a po té proorávku naslepo (Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000). Po vyrašení rostlin se provádí plečkování a vláčení síťovými branami, přičemž se musí dbát zvýšené opatrnosti, jelikož mladé rostliny topinamburu jsou velmi citlivé na poškození (Čepl a kol., 1997). Kultivace je zakončena nahrnováním hrobkovacími tělesy na hloubku asi 4 až 6 cm, přičemž se ke stonkům rostlin nahrnuje asi 3 – 6 cm půdy (Kasal a kol., 2000). Během vegetace již není potřeba provádět žádné další zásahy, jelikož topinambur je poměrně nenáročný a zároveň odolný k chorobám a škůdcům. Ani druhotné zaplevelení nepředstavuje při pěstování topinamburu žádný problém, jelikož je zcela potlačeno vysokou růstovou schopností a konkurenceschopností topinamburu v druhé části vegetace (Čepl a kol., 1997; Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000).

Před sklizní je nejprve třeba nadzemní části rostlin posekat žací sekačkou. Tyto natě lze využít jako objemové krmivo nebo pro výrobu siláže. Zbylé strniště se pak rozbíjí

rozbíječem ve výšce stonků 5 až 10 cm (Čepl a kol., 1997). Sklizeň je třeba provádět ve většině případů již na podzim, což je oproti jarní sklizni pracnější a náročnější. Hlízy a kořeny obalené půdou tvoří těžce narušitelné celky, které prochází celým sklízecím ústrojím a je zde proto nutnost vysokého podílu ruční práce (Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000).

Při víceletém pěstování topinamburu se založení porostu první rok v zásadě neliší od jednoletého způsobu. Sklizeň lze však provádět až na jaře, což je, jak již bylo zmíněno výše, z pohledu mechanizace daleko výhodnější (Černý, 2003). Při sklizni se záměrně ponechává část hlíz na pozemku pro obnovu porostu na další rok (Čepl a kol., 1997; Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000). Po sklizni se pozemek přihnojuje průmyslovými hnojivy a provede se hrůbkování. V případě potřeby, dle obsahu v půdě, je vhodné aplikovat fosfor a dusík (Kasal a kol., 2000). V případě, že se následně rozhodneme využít pozemek pro jinou plodinu, je nejjistější po jarní sklizni topinamburu aplikovat na půdu přípravek Roundup (Černý, 2003; Ježková, 2004; Kasal a kol., 2000).

3.2.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ NADZEMNÍ ČÁSTI

Zelené části rostliny mají oproti hlízám větší obsah vody, dusíkatých látek, popelovin a naopak nižší obsah hrubého tuku a hrubé vlákniny (Ma et al., 2011). Sušina nadzemních orgánů dosahuje 16 – 18 % (Černý, 2003).

Díky vysoké produkci nadzemní biomasy a vysokým hodnotám fruktanů ve stonku je možné sklízet za účelem zkrmování také nadzemní části topinamburu (Meijer et Mathijssen, 1991). Natě mohou být zkrmovány čerstvé nebo konzervované, ačkoli silážování je poměrně náročné vzhledem k vysoké koncentraci lehce rozpustných cukrů a vysoké míře vlhkosti. Optimální kvalitu krmiva lze získat při sklizni natí v polovině září, kdy i koncentrace bílkovin bude na maximální úrovni. Nicméně výnosy hlíz se v tomto období značně sníží vzhledem k malé velikosti rostliny. Z tohoto pohledu je výhodnější sklizeň provádět až po zimním období, ale nutriční hodnota natí pak zdaleka nedosahuje takových kvalit v porovnání s jinými pícninami, jako je například vojtěška, jelikož obsah hrubých i stravitelných bílkovin je značně snížený, ale i přes to se stále jedná o přijatelný zdroj krmení (Ma et al., 2011).

Čerstvá nadzemní hmota topinamburu obsahuje mnoho vitaminů, jako je kyselina askorbová, riboflavin, kyselina nikotinová, β -karoten a další, a také minerálních solí (Sawicka et Kalembasa, 2008). V letech 2010 až 2012 byl proveden výzkum na obsah makroprvků v nadzemních částech rostliny topinamburu v závislosti na míře hnojení minerálními hnojivy. Pro výzkum byly využity kultivary Albik a Rubik. Půda obsahovala velmi vysoké

koncentrace fosforu, vysoké koncentrace draslíku, manganu a zinku, střední koncentrace hořčíku a železa a nízké koncentrace bóru a mědi. Průměrný obsah studovaných makroelementů v sušině listů a stonků byl následující (v g na kg sušiny): dusík - 27,25, draslík - 34,791, fosfor - 2,791, vápník - 0,883, hořčík - 0,474, síra - 1,074, sodík - 1,747.

Minerální hnojení použité v experimentu mělo významný vliv na obsah všech prvků analyzovaných v této studii. Bylo zjištěno, že hnojení fosforem a draslíkem způsobilo nárůst v obsahu draslíku a podstatné snížení obsahu dusíku v nadzemních částech topinamburu ve srovnání s kontrolou. Hnojení dusíkem do 150 kg/ha nemělo téměř žádný význam, nicméně při zvýšení dávky na 200 kg/ha se ve srovnání s kontrolou významně snížil obsah tohoto prvku v nadzemních částech rostliny – koncentrace dusíku zde byla vůbec nejnižší. Nejvyšší koncentrace fosforu v rostlinách byla zjištěna na kontrolním pozemku bez hnojení a nejnižší na pozemku, kde bylo tímto prvkem přihnojováno v dávce 100 kg/ha. Nejvyšší obsah draslíku a vápníku v nadzemních částech rostlin byl zjištěn na plochách hnojených pouze fosforem a draslíkem a nejvyšší obsah hořčíku a síry na plochách, kde se aplikoval dusík v dávce 100 kg/ha. Nejvyšší obsah sodíku byl pak zaznamenán při hnojení dusíkem v dávce 50 kg/ha.

Z výzkumu vyplývá, že genetické vlastnosti jednotlivých odrůd topinamburu společně s minerálním hnojením určují obsah makroprvků v jeho nadzemních částech (Sawicka et al., 2015).

4 METODIKA

4.1 BILANČNÍ POKUSY

Pro zjištění vlivu topinamburu na stravitelnost živin v krmivu u králíků byly provedeny tři bilanční pokusy. Pokusy se uskutečnily na půdě České zemědělské univerzity v období od 21. srpna 2014 do 9. října 2014. Do pokusu bylo zařazeno celkem 31 zvířat, která byla rozdělena do tří skupin. První skupina, která čítala 10 zvířat, byla krmena krmnou směsí (KS) s 20% přídatkem topinamburu (T20). Druhá skupina složená též z 10 králíků byla skupinou kontrolní a byla krmena granulemi bez přídatku topinamburu (K). Třetí skupina skládající se z 11 zvířat byla krmena KS s přídatkem topinamburu 10 % (T10). Celkové receptury všech tří pokusných krmných směsí (PKS) jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 4: Procentické zastoupení jednotlivých komponent v PKS.

Komponenta	1. skupina T20 (+20 %)	Kontrola K	2. skupina T10 (+10 %)
Lapilest	11	21	16
Vojtěška	24	24	24
Pš. otruby	10	10	10
Jabl. výlisky	9	14	12
Cukrov. řízky	10	15	12
SEŠ	3	3	3
Oves	7	7	7
DB – KC	1	1	1
Topinambur nať	20	0	10
Sladový květ	5	5	5
CELKEM	100	100	100

Po prvním bilančním pokusu byl z první skupiny odstraněn jedinec číslo 6 z důvodu vyhazování krmiva. Napájení bylo ad-libitum. Králíci byli ustájeni v klecových dvouetážových bateriích.

Zvířata byla zvážena na začátku celého pokusu a pak následně vždy na začátku a konci dané bilance, celkem bylo provedeno sedm vážení. Dále byla sledována spotřeba krmiva a produkce výkalů. Na konci každé bilance byl odebrán od každého jedince vzorek výkalů, který byl následně analyzován v laboratořích.

Na konci pokusu byla zvířata poražena a byla zjišťována jatečná výtěžnost v závislosti na pohlaví a pokusné krmné směsi.

4.2 PŘÍPRAVA VZORKŮ

Odebrané výkaly byly nejprve vysušeny a následně byly namlety na jednotlivé homogenizované vzorky. Takto připravené vzorky byly následně analyzovány. Analýzy živin vycházely z nařízení komise ES 152/2009 obsahující metody zkoušení pro úřední kontrolu krmiv. Ze vzorků se stanovoval obsah sušiny a popelovin, NL, hrubého tuku, CF, NDF, ADF a ADL Každý vzorek byl analyzován minimálně dvakrát, přičemž výsledek je aritmetickým průměrem těchto naměřených hodnot s dodržáním odchylky opakovatelnosti.

4.3 STANOVENÍ SUŠINY A POPELOVIN

V sušárně byly při 103 °C po dobu minimálně 4 hodin vysušeny porcelánové kelímky, které byly následně přendány do exsikátoru. Po vychladnutí se kelímky zvážily na analytických vahách a bylo do nich naváženo po 4 g vzorků s přesností na 0,0001 g. Kelímky s naváženými vzorky byly opět vloženy do sušárny na minimálně 3 hodiny, vychlazeny v exsikátoru a na závěr opět zváženy. Sušina byla následně vypočtena dle následujícího vzorce:

$$S = \left(\frac{m3 - m1}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdného vysušeného kelímku v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost kelímku se vzorkem po vysušení v g

Po stanovení sušiny byly porcelánové kelímky následně využity i pro stanovení popelovin. Kelímky se vložily do elektrické pece, kde byly žíhány při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodiny.

Po vychladnutí v exsikátoru byly kelímky opět zváženy a obsah popelovin se následně vypočítal dle vzorce:

$$S = \left(\frac{m4 - m1}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m_1 = hmotnost prázdného vysušeného kelímku v g
- m_2 = hmotnost navážky v g
- m_4 = hmotnost kelímku se vzorkem po spálení v g

4.4 STANOVENÍ VLÁKNINY

Obsah vlákniny byl stanoven pomocí přístroje ANKOM220 Fiber Analyzer. Pro stanovení vlákniny se využívá technologie filtračních sáčků (FBT – Filter Bag Technology). Vzorky se naváží do sáčků, které jsou následně zataveny a uloženy do extrakční nádoby s refluxem přístroje ANKOM220, který zahřívá a neustále protlačuje extrakční činidlo sáčky. Přes jejich stěny se pak uvolňují rozpuštěné částice a nerozpustné látky zůstávají uzavřeny uvnitř sáčku. Sáčky mají zanedbatelný obsah dusíku a popela, nepohlcují vlhkost a jsou odolné vůči působení kyselin a hydroxidů (Teper, 2000).

4.4.1 STANOVENÍ HRUBÉ VLÁKNINY

Hrubá neboli nerozpustná vláknina zahrnuje především celulózu a lignin a pouze část hemicelulóz, jelikož většina se jich rozpustí při kyselé a alkalické hydrolyze. Stanovení bylo provedeno na přístroji ANKOM220 Fiber Analyzer za využití slabé kyseliny a slabé zásady.

Filtrační sáčky byly nejprve popsány fixem na textil a vysušeny v sušárně při teplotě 105 °C. Po té byly prázdné sáčky zváženy a do každého byl navážen 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Sáčky se zatavily a jejich obsah byl rovnoměrně rozprostřen. Pro kontrolu byl ke každé sadě přidán jeden tzv. korekční sáček, který byl ponechán prázdný. Sáčky byly následně vloženy do nosiče (tři vzorky do jednoho oddílu), uloženy do přístroje ANKOM220 Fiber Analyzer a zatěžkány závažím. Do přístroje byl nalit roztok H_2SO_4 ($c = 0,1275 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), který byl připraven smícháním 14,16 ml 96% H_2SO_4 s 2 l destilované vody. Následně bylo zapnuto topení a míchání a přístroj byl uzavřen. Po dosažení 100 °C byl zahájen odpočet 45 minut. Po uplynutí času byl roztok vypuštěn pomocí ventilu a bylo třikrát provedeno propláchnutí horkou vodou po dobu 5 minut.

Po propláchnutí byl do přístroje nalit roztok NaOH ($c = 0,313 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) připravený z 25 g NaOH a 2 l destilované vody a opět byly vzorky filtrovány po dobu 45 minut za zapnutého topení a míchání. Po uplynutí doby byl hydroxid vypuštěn a opět se provedlo trojí propláchnutí horkou vodou po 5 minutách. Následně byly sáčky se vzorky vloženy do acetonu a 3 minuty promíchávány. Dále byly vyjmuty, rozprostřeny na filtrační papír a pomocí

druhého filtračního papíru z nich byl zbylý aceton jemně vymačkáán. Sáčky se po té nechaly chvíli odvětrat a byly vloženy do sušárny o teplotě 105 °C na 4 hodiny.

Po uplynutí času byly vzorky uloženy do exsikátoru, aby vychladly. Po vychladnutí byly zváženy a uloženy do předem zvážených porcelánových kelímků, které byly následně žihány při 550 °C po dobu 5,5 hodiny. Po následném vychladnutí v exsikátoru byly porcelánové kelímky opět zváženy a byla zaznamenána hmotnost spáleného obsahu.

Hrubá vláknina v % byla vypočtena pomocí vztahu:

$$CF = \left(\frac{m3 + m4 - m5 - (m1 * c)}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdného sáčku v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost sáčku po analýze CF v g
- m4 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g
- m5 = hmotnost kelímku po spálení v g
- c = korekční faktor

$$c = \frac{\text{hmotnost kontrolního sáčku po analýze CF}}{\text{hmotnost kontrolního sáčku před analýzou CF}}$$

4.4.2 STANOVENÍ NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINY

K přesnějšímu určení skutečného obsahu vlákniny se používá stanovení neutrálně detergentní vlákniny, jelikož zahrnuje celkový obsah celulózy, hemicelulóz a ligninu, a dále acidodetergentní vlákniny, která obsahuje celulózu a lignin. Stanovení bylo opět provedeno na přístroji ANKOM220 Fiber Analyzer po hydrolýze vzorku v prostředí neutrálního roztoku laurylsulfátu sodného.

Před začátkem analýzy bylo namícháno neutrálně detergentní činidlo následujícím postupem: odděleně se v přiměřeném množství vody za tepla rozpustilo 37,22 g chelatonu III a 13,62 g tetraboritanu sodného, dále 60 g laurylsulfátu sodného a 20 ml ethylenglykolu a nakonec 23,16 g hydrogenfosforečnanu sodného. Po dokonalém rozpuštění se všechny tři

objemy smíchaly dohromady a převedly do dvoulitrové odměrné baňky, která byla doplněna vodou po rysku. Zásobní roztok detergentního činidla má vykazovat hodnotu pH v rozmezí od 6,9 do 7,1. V případě, že pH neodpovídá požadované hodnotě, upraví se před doplněním vodou na konečný objem pomocí roztoku alkalického hydroxidu resp. minerální kyselinou. Roztok detergentního činidla silně pění a proto je třeba s ním opatrně manipulovat. Při běžných laboratorních podmínkách je stabilní po dobu jednoho měsíce.

Obdobně jako při stanovení hrubé vlákniny byly nejprve připraveny filtrační sáčky. Po zvážení prázdných sáčků do nich bylo naváženo tentokrát 0,5 g vzorku. Jeden sáček byl ponechán prázdný pro zjištění korekce. Sáčky byly opět zataveny a jejich obsah rovnoměrně rozprostřen. Následně byly sáčky vloženy do nosiče, uloženy do přístroje ANKOM220 Fiber Analyzer a zality neutrálně detergentním činidlem. Do přístroje se přidala α -amyláza v množství 3,5 ml, přístroj byl uzavřen a bylo spuštěno topení a míchání. Po dosažení 100 °C byl zahájen odpočet 75 minut a po uplynutí nastavené doby byl proveden třikrát proplach horkou vodou po 5 minutách a jednou studenou vodou.

Po propláchnutí byly sáčky se vzorky vloženy na 3 minuty do acetonu a promíchávány. Po té byly vyjmuty, rozprostřeny na filtrační papír a pomocí druhého filtračního papíru z nich byl jemně vymačkán zbylý aceton. Sáčky se nechaly chvíli odvětrat a byly vloženy do sušárny o teplotě 105 °C na 4 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru se sáčky zvážily. Výpočet obsahu NDF byl proveden dle vzorečku:

$$NDF = \left(\frac{m3 - (m1 * c)}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdného sáčku v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost sáčku po analýze v g
- c = korekční faktor

4.4.3 STANOVENÍ ACIDODETERGENTNÍ VLÁKNINY

Acidodetergentní vláknina je stanovena opět pomocí přístroje ANKOM220 Fiber Analyzer. Vzorky byly hydrolyzovány v kyselém prostředí roztoku kyseliny sírové za přidání činidla cetyltrimetylamoniumbromid. Zbytkem po hydrolýze je ligninocelulózový komplex.

Nejprve bylo připraveno detergentní činidlo - 54 ml koncentrované kyseliny sírové se opatrně smísilo s 1,5 l destilované vody. V roztoku se za horka rozpustilo 40 g cetyltrimetylamoniombromidu. Poté se roztok přelil do 2 litrové odměrné baňky a doplnil se po rysku destilovanou vodou.

Pro analýzu byly využity sáčky z předchozí analýzy NDF. Po stanovení NDF se sáčky opět vložily do nosiče a nosič do přístroje ANKOM. Bylo nalito detergentní činidlo a přístroj uzavřen a spuštěno míchání a topení. Po zahřátí přístroje na 100 °C byl spuštěn odpočet 60 minut a po skončení procedury byl opatrně vypuštěn roztok, přístroj otevřen a obsah třikrát propláchnut horkou vodou po 5 minutách a jednou studenou vodou.

Propláchnuté sáčky se vzorky byly vyndány z přístroje a vloženy na 3 minuty do acetonu. Po té byly vyjmuty a jemně vysušeny mezi dvěma filtračními papíry. Sáčky se nechaly chvíli odvětrat a byly vloženy do sušárny o teplotě 105 °C na 4 hodiny. Následně byly umístěny do exsikátoru a po vychladnutí zváženy. Výpočet obsahu ADF byl proveden dle vzorečku:

$$ADF = \left(\frac{m3 - (m1 * c)}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdného sáčku v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost sáčku po analýze v g
- c = korekční faktor

4.4.4 STANOVENÍ ACIDODETERGENTNÍHO LIGNINU

Ke stanovení acidodetergentního ligninu byly použity filtrační sáčky se vzorky, které již prošly analýzou NDF a ADF. Vzorky byly vloženy do 72% roztoku kyseliny sírové (připravený smícháním 720 ml 96% kyseliny sírové s 240 ml vody) a při pokojové teplotě 20 °C extrahovány po dobu 4 hodin. Na počátku extrakce a následně v 30 minutových intervalech bylo se sáčky minimálně třicetkrát zatřesen.

Po extrakci byl třikrát proveden proplach sáčků se vzorky horkou destilovanou vodou v přístroji ANKOM po dobu 5 minut. Propláchnuté sáčky byly následně sušeny 2 až 3 hodiny při teplotě 105 °C. Po vysušení se sáčky nechaly vychladnout v exsikátoru a byly

zváženy. Na závěr byly vzorky vloženy do předem připravených a zvážených porcelánových kelímků a minimálně po dobu 2 hodin byly spalovány při teplotě 550 °C.

Po vychladnutí se kelímky zvážíly a byl vypočten obsah ADL dle následujícího vzorce:

$$ADL = \left(\frac{m3 - (m5 - m4) - (m1 * c)}{m2} \right) * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost sáčku po analýze ADL a vysušení v g
- m4 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g
- m5 = hmotnost spáleného kelímku v g
- c = korekční faktor

4.5 STANOVENÍ HRUBÉHO TUKU

Do extrakčních patron bylo naváženo po 5 g vzorku a byly uzavřeny tukupropustnou vatou. Každá patrona se vložila do předem zvážené baňky. Patrony byly umístěny do extrakčního přístroje, do každé baňky se odměřilo 70 ml petroletheru a umístily se do přístroje pod příslušnou patronu. Takto lze do přístroje vložit na jednu analýzu šest vzorků. Přístroj byl zapnut, pustil se přítok vody a po dosažení 90 °C byla zahájena první fáze extrakce trvající 20 minut. Po uplynutí času byl přístroj přepnut do druhé fáze extrakce trvající 45 minut. Třetí fáze se nazývá recovery a trvala přibližně 30 minut. Po skončení procesu extrakce byly baňky umístěny do sušárny, kde se nechali minimálně 60 minut sušit při 105 °C. Po vychladnutí v exsikátoru byly baňky zváženy. Obsah tuku byl následně vypočítán v % dle vzorečku:

$$tuk = \frac{m3 - m1}{m2} * 100$$

Vysvětlivky:

- m1 = hmotnost prázdné baňky v g
- m2 = hmotnost navážky v g
- m3 = hmotnost baňky po extrakci v g

4.6 STANOVENÍ DUSÍKATÝCH LÁTEK

Dusíkaté látky byly stanoveny metodou dle Kjeldahla na přístroji Kjeltec 2400. Do stojanu jsme si připravili 16 mineralizačních tub a do každé bylo naváženo 0,5 g vzorku. K naváženým vzorkům v tubě se přidala mineralizační tableta sloužící jako katalyzátor a 10 ml kyseliny sírové z dávkovače, obsah byl pomocí krouživého pohybu promíchán. Následně bylo přidáno dvakrát 5 ml peroxidu vodíku. Na stojan byl vložen exhaustor, zamíchalo se s obsahem a po skončení pění obsahu se celý stojan s tubami vložil do mineralizačního bloku roztopeného na teplotu 400 °C. Mineralizace probíhala přibližně 60 minut a po uplynutí doby se stojan vyndal a tuby se nechaly vychladnout. Po vychladnutí bylo přidáno do každé tuby dvakrát 5 ml destilované vody a obsah byl opět promíchán.

Další část stanovení dusíkatých látek pokračovala na přístroji Kjeltec 2400. Přístroj byl zapnut a před spuštěním analýzy byl proveden několikrát slepý pokus, tzv. blank. Slepý pokus se opakoval, dokud výsledná hodnota nebyla pod 0,2 a dva po sobě následující pokusy neměly přibližně stejnou výslednou hodnotu. Do přístroje jsme zadali navážky vzorků a po vložení první tuby do přístroje a zaklapnutí dvířek se spustila analýza. Po skončení analýzy se nám na přístroji ukázal obsah NL ve vzorku v %. Takto jsme postupně zanalyzovali všechny vzorky.

4.7 VÝPOČET STRAVITELNOSTI

Stravitelnost živin testovaných krmných směsí byla stanovena pomocí výpočtu indikátorovou metodou stravitelnosti živin s využitím ligninu jako přirozeného interního indikátoru. Stravitelnost topinamburové nati, jako komponentu pokusných krmných směsí, byla stanovena na základě vztahů vypočítaných metodou lineární regrese a korelace stravitelnosti živiny v jednotlivých testovaných krmných směsích (Kacerovský a kol., 1990).

4.8 STATISTICKÉ ANALÝZY

Podrobné statistické vyhodnocení bylo provedeno analýzou rozptylu s jednoduchým tříděním metodou Tuckeyho HSD testu. Ke statistickému vyhodnocení byly použity programy Statistika 2012 (StatSoft) a tabulkový editor Microsoft Excel 2010.

5 VÝSLEDKY

5.1 STRAVITELNOST ŽIVIN

Tabulka 5 zobrazuje průměrné stravitelnosti živin pokusných kompletních krmných směsí v rámci všech tří bilančních pokusů.

V rámci 1. bilančního pokusu byly nejvyšší stravitelnosti zjištěny téměř u všech živin pro krmnou směs T10 (přídavek topinamburu 10 %) a to 50,5 % ± 0,04 % u popelovin, 65,3 % ± 0,04 % u dusíkatých látek, 81,6 % ± 0,02 % u tuku, 34,5 % ± 0,12 % u neutrodetergentní vlákniny a 27,2 % ± 0,04 % u acidodetergentní vlákniny. Pouze u hrubé vlákniny vykazovala nejvyšší stravitelnost krmná směs T20 (s přídavkem topinamburu 20 %) s hodnotou 31,2 % ± 0,08 %. Nejnižší stravitelnost popelovin (42,1 % ± 0,07 %), NL (57,5 ± 0,06), CF (22,7 % ± 0,25 %) a ADF (21,5 % ± 0,16 %) byla u směsi K (kontrolní). Nejnižší stravitelnost tuku (78,4 % ± 0,04 %) a NDF (27,6 % ± 0,03 %) byla u směsi T20.

Ve 2. bilanci byla nejvyšší stravitelnost naměřena pro všechny živiny u směsi T10 – popeloviny 57,1 % ± 0,03 %, NL 67,8 % ± 0,03 %, tuk 87,4 % ± 0,01 %, CF 43,0 % ± 0,05 %, NDF 42,9 % ± 0,05 %, ADF 35,1 % ± 0,05 %. Směs K vykazovala nejnižší stravitelnost pro popeloviny 51,8 % ± 0,04 %, NL 62,8 % ± 0,03 % a CF 33,8 % ± 0,13 %. Směs T20 měla naopak nejnižší stravitelnost tuku 82,7 % ± 0,02 %, NDF 35,0 % ± 0,06 % a ADF 28,2 % ± 0,08 %.

V 3. bilančním pokusu bylo nejlepších výsledků dosahováno opět se směsí T10 s hodnotami 59,5 % ± 0,05 % u NL, 83,1 % ± 0,02 % u tuku, 22,8 % ± 0,18 % u CF, 33,1 % ± 0,09 % u NDF a 24,1 % ± 0,13 % u ADF. Pouze popeloviny měly nejvyšší stravitelnost ve směsi K, a to 52,6 % ± 0,15 %. Nejhorší stravitelnosti byly naopak zjištěny u směsi T20 pro všechny živiny – popeloviny 38,9 % ± 0,06 %, NL 51,5 % ± 0,03 %, tuk 80,6 % ± 0,03 %, CF 15,7 % ± 0,19 %, NDF 24,4 % ± 0,09 % a ADF 14,2 % ± 0,16 %.

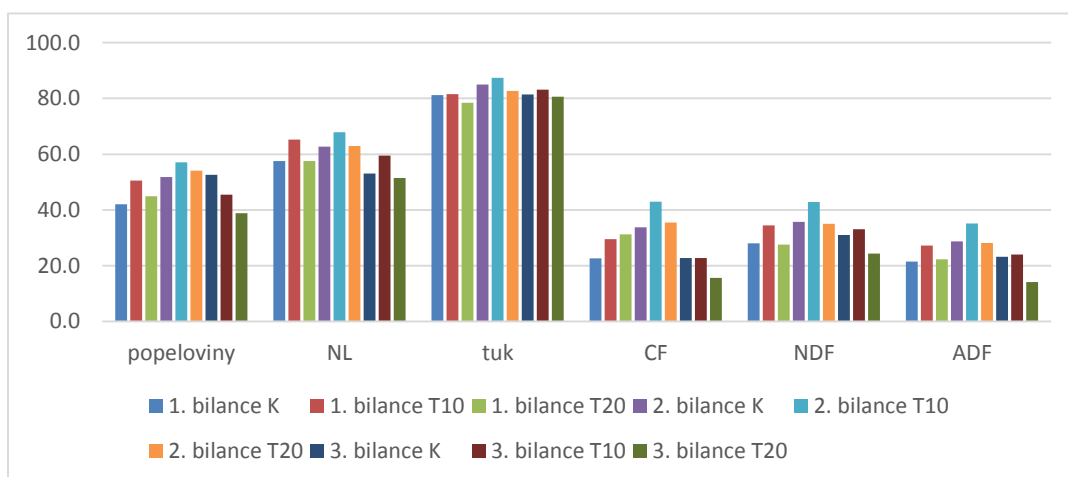
Z výsledků je patrné, že nejvyšší stravitelnosti u všech živin bylo dosahováno v 2. bilančním pokusu se směsí T10. Nejnižší hodnoty byly naopak naměřeny u směsi T20 ve 3. bilančním pokusu pro téměř všechny živiny – popeloviny, NL, CF, NDF a ADF. Pouze tuk měl nejnižší stravitelnost ve stejné směsi v 1. bilanci.

Tabulka 5: Průměrné stravitelnosti živin pokusných krmných směsí (v %).

	KS	Popeloviny	NL	Tuk	CF	NDF	ADF
1. bilance	K	42,1 ± 0,07	57,5 ± 0,06	81,2 ± 0,05	22,7 ± 0,25	28,0 ± 0,13	21,5 ± 0,16
	T10	50,5 ± 0,04	65,3 ± 0,04	81,6 ± 0,02	29,6 ± 0,10	34,5 ± 0,12	27,2 ± 0,04
	T20	44,9 ± 0,04	57,5 ± 0,04	78,4 ± 0,04	31,2 ± 0,08	27,6 ± 0,03	22,3 ± 0,06
2. bilance	K	51,8 ± 0,04	62,8 ± 0,03	85,0 ± 0,02	33,8 ± 0,13	35,8 ± 0,10	28,8 ± 0,13
	T10	57,1 ± 0,03	67,8 ± 0,03	87,4 ± 0,01	43,0 ± 0,05	42,9 ± 0,05	35,1 ± 0,05
	T20	54,1 ± 0,03	63,0 ± 0,04	82,7 ± 0,02	35,5 ± 0,10	35,0 ± 0,06	28,2 ± 0,08
3. bilance	K	52,6 ± 0,15	53,1 ± 0,09	81,5 ± 0,02	22,7 ± 0,38	31,0 ± 0,23	23,3 ± 0,34
	T10	45,5 ± 0,06	59,5 ± 0,05	83,1 ± 0,02	22,8 ± 0,18	33,1 ± 0,09	24,1 ± 0,13
	T20	38,9 ± 0,06	51,5 ± 0,03	80,6 ± 0,03	15,7 ± 0,19	24,4 ± 0,09	14,2 ± 0,16

*Nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny červeně, nejnižší modře.

Graf 1: Stravitelnost živin v pokusných krmných směsích (k tabulce 5).



5.2 STRAVITELNOST TOPINAMBURU

V tabulce 6 jsou uvedeny stanovené hodnoty stravitelnosti jednotlivých živin u topinamburové nati v jednotlivých bilancích.

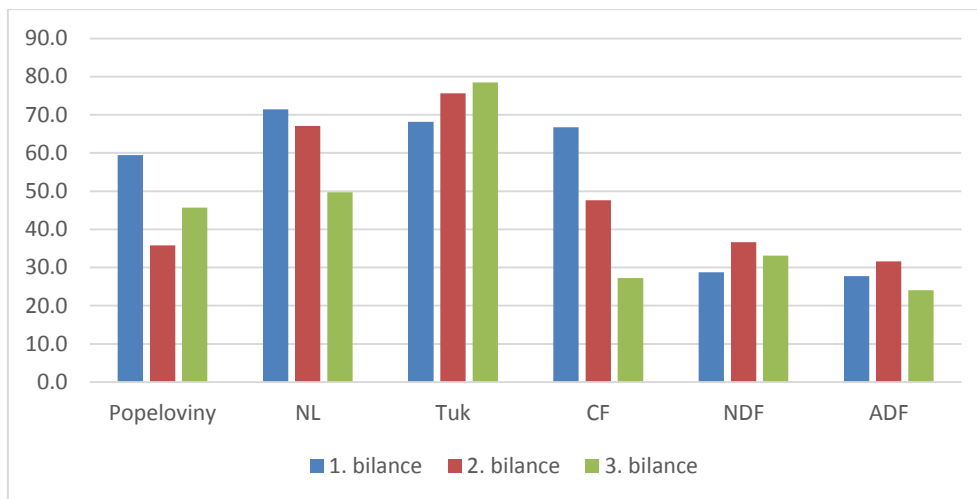
Ze stanovených hodnot vyplývá, že stravitelnost popelovin nati topinamburu byla nejvyšší v 1. bilanci s hodnotou 59,4 % a nejnižší v 2. bilanci s hodnotou 35,8 %. NL vykazovaly nejvyšší stravitelnost opět v 1. bilanci, a to 71,4 %, nejnižší ve 3. bilanci s hodnotou 49,7 %. Tuk měl nejvyšší stravitelnost 78,5 % ve 3. bilanci a nejnižší 68,2 % v 1. bilanci. Hrubá vláknina měla nejvyšší stravitelnost 66,7 % v 1. bilanci a nejnižší pouze 27,2 % ve 3. bilanci. NDF i ADF měly nejvyšší stravitelnost ve 2. bilanci s hodnotami 36,6 % a 31,6 %. Nejnižší stravitelnost NDF byla stanovena v 1. bilanci s hodnotou 28,8 % a ADF ve 3. bilanci s hodnotou 24,1 %.

Tabulka 6: Stanovená stravitelnost živin topinamburové nati (v %).

	Popeloviny	NL	Tuk	CF	NDF	ADF
1. bilance	59,4	71,4	68,2	66,7	28,8	27,7
2. bilance	35,8	67,1	75,6	47,6	36,6	31,6
3. bilance	45,7	49,7	78,5	27,2	33,1	24,1

* Nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny červeně.

Graf 2: Stravitelnost topinamburu (k tabulce 6).



5.3 OBSAH ŽIVIN V KRMNÝCH SMĚSÍCH

Obsah jednotlivých živin v pokusných krmných směsích je uveden v tabulce č. 7. Nejvyšší hodnoty pro popeloviny, tuk, CF, NDF a ADF byly stanoveny u krmné směsi T20. NL byly nejvyšší u krmné směsi T10 a ADL u krmné směsi kontrolní.

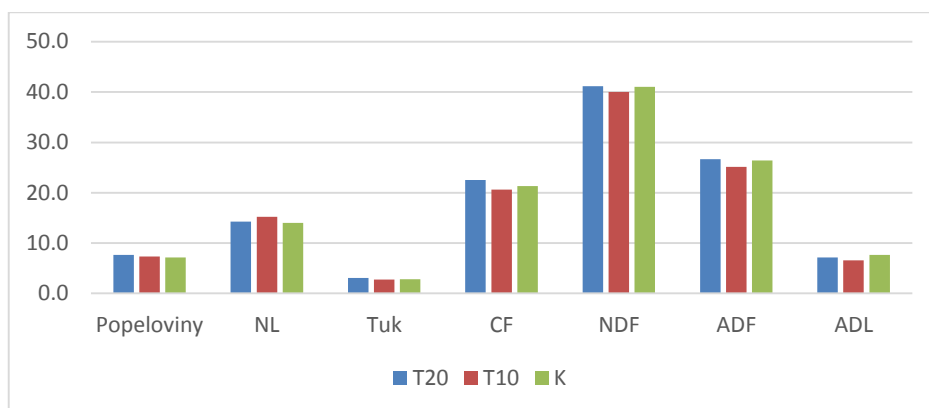
Ve všech pokusných krmných směsích měla nejvyšší zastoupení NDF s hodnotami mezi 40 a 41,2 %. Nejnižší byl pak obsah tuku s hodnotami v rozmezí pouze 2,8 – 3,1 %.

Tabulka 7: Obsah živin v sušině v pokusných krmných směsích (v %).

	Popeloviny	NL	Tuk	CF	NDF	ADF	ADL
K	7,1	14,0	2,8	21,4	41,1	26,4	7,7
T10	7,3	15,2	2,8	20,6	40,0	25,2	6,6
T20	7,6	14,3	3,1	22,6	41,2	26,7	7,2

* Nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny červeně.

Graf 3: Obsah živin v sušině pokusných krmných směsí (k tabulce 7).



5.4 PRŮMĚRNÝ DENNÍ PŘÍRŮSTEK

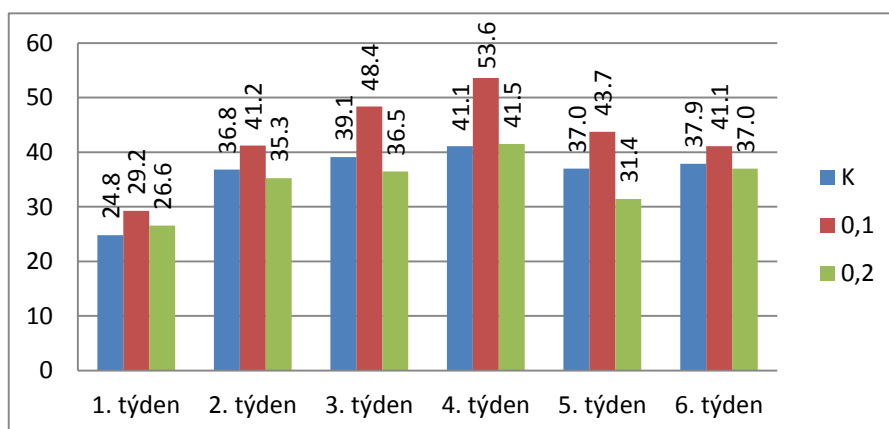
V rámci bilančních pokusů byly zjištěny průměrné denní přírůstky pro jednotlivé pokusné krmné směsi. Nejvyšší denní přírůstky vykazovali králci krmení směsí T10, a to v průběhu celého výzkumu. Nejhůře na tom byli králci krmení směsí T20, kteří měli nejnižší denní přírůstky ve 2., 3., 5. a 6. týdnu. V 1. a 4. týdnu měli nejnižší průměrné denní přírůstky králci ze skupiny kontrolní.

Tabulka 8: Průměrné denní přírůstky v jednotlivých týdnech pokusu (v g).

	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	5. týden	6. týden
K	24,8	36,8	39,1	41,1	37,0	37,87
T10	29,2	41,2	48,4	53,6	43,7	41,12
T20	26,6	35,3	36,5	41,5	31,4	36,97

*Nejvyšší hodnoty jsou vyznačeny červeně, nejnižší modře.

Graf 4: Průměrné denní přírůstky (k tabulce 8).



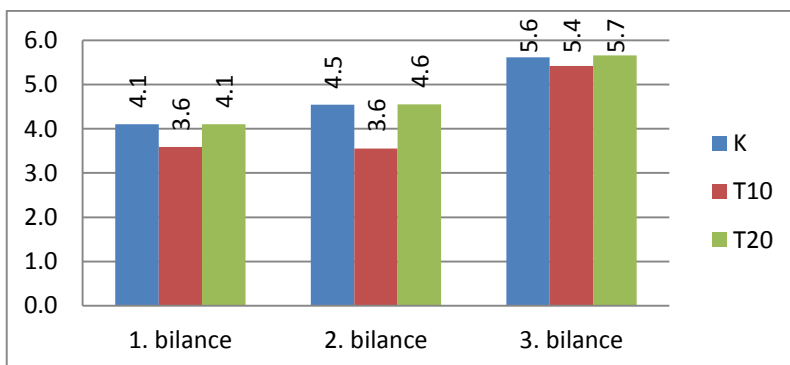
5.5 KONVERZE KRMIVA

Z průměrných denních přírůstků a spotřeby krmiva byla pro pokusné krmné směsi vypočtena konverze krmiva v jednotlivých bilancích. Nejlepší konverze bylo dosahováno ve všech bilancích se směsí T10 s hodnotami 3,6 v 1. a 2. bilanci a 5,4 ve 3. bilanci. Mezi směsí K a T20 nebyly téměř žádné rozdíly.

Tabulka 9: Konverze pokusných krmiv.

	1. bilance	2. bilance	3. bilance
K	4,1	4,5	5,6
T10	3,6	3,6	5,4
T20	4,1	4,6	5,7

Graf 5: Konverze krmiva (k tabulce 9).



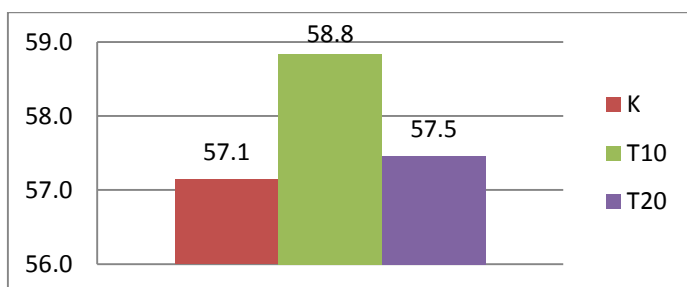
5.6 JATEČNÁ VÝTĚŽNOST

V tabulce 10 je uvedena průměrná jatečná výtěžnost v závislosti na pohlaví a krmné skupině. Samice měly lepší jatečnou výtěžnost než samci – 58,1 %. Z pohledu pokusných krmných směsí měli nejlepší průměrnou jatečnou výtěžnost králíci krmení směsí T10 s hodnotou 58,8 %.

Tabulka 10: Jatečná výtěžnost (v %).

pohlaví		skupina	
F	58,1	K	57,1
M	57,5	T10	58,8
		T20	57,5

Graf 6: Průměrná jatečná výtěžnost v závislosti na KS (k tabulce 10).



5.7 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ

Statistické zpracování dat nám umožňuje posoudit, zda experimentálně získaná data vyhovují předpokladu, který jsme stanovili před provedením testování.

5.7.1 HRUBÁ VLÁKNINA

Při porovnání jednotlivých pokusných KS v rámci všech tří bilančních pokusů bylo v případě stravitelnosti CF nalezeno velké množství statisticky významných rozdílů.

V rámci 1. a 2. bilance byly potvrzeny statisticky významné rozdíly u směsi K z 1. bilance ve srovnání se všemi ostatními směsmi z 2. bilance a dále u směsí T 10 a T20 z 1. bilance v porovnání s T10 ze 2. bilance. Při porovnání 1. a 3. bilance byly nalezeny statisticky významné rozdíly v obsahu CF téměř ve všech případech kromě směsi K z 1. bilance ve srovnání se směsmi K a T10 ze 3. bilance a mezi směsí T10 z 1. a 3. bilance. Při srovnání 2. a 3. bilance byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve všech případech.

V rámci všech tří bilančních pokusů bylo nejvíce statisticky významných rozdílů stanoveno u směsí T10 ze 2. bilance a T20 ze 3. bilance, kdy byla statistická významnost zaznamenána ve všech případech srovnání. Velké statistické rozdíly (kromě 2 případů srovnání) byly nalezeny i u směsi K z 1. a ze 3. bilance.

Tabulka 11: Statistické vyhodnocení naměřených hodnot CF v rámci KS a bilancí.

		1. bilance			2. bilance			3. bilance		
		K	T10	T20	K	T10	T20	K	T10	T20
1. bilance	K		0,040761	0,003621	0,000150	0,000132	0,000134	1,000000	1,000000	0,048393
	T10	0,040761		0,997442	0,553352	0,000132	0,179242	0,045372	0,058699	0,000132
	T20	0,003621	0,997442		0,953343	0,000145	0,608757	0,004118	0,005987	0,000132
2. bilance	K	0,000150	0,553352	0,953343		0,001247	0,997137	0,000154	0,000174	0,000132
	T10	0,000132	0,000132	0,000145	0,001247		0,028181	0,000132	0,000132	0,000132
	T20	0,000134	0,179242	0,608757	0,997137	0,028181		0,000134	0,000136	0,000132
3. bilance	K	1,000000	0,045372	0,004118	0,000154	0,000132	0,000134		1,000000	0,043642
	T10	1,000000	0,058699	0,005987	0,000174	0,000132	0,000136	1,000000		0,049870
	T20	0,048393	0,000132	0,000132	0,000132	0,000132	0,000132	0,043642	0,049870	

* Hodnoty zbarvené červeně označují statisticky významné rozdíly. Jedná se zároveň o hladinu významnosti α .

5.7.2 ACIDODETERGENTNÍ VLÁKNINA

Při srovnání pokusných krmných směsí v rámci všech tří bilančních pokusů byly v případech ADF zjištěny poměrně velké statisticky významné rozdíly.

Při porovnání 1. a 2. bilance byl statisticky významný rozdíl stanoven téměř ve všech případech, s výjimkou porovnání směsi T10 z 1. bilance se směsím K a T20 ze 2. bilance. Při srovnání 1. a 3. bilance byly statisticky významné rozdíly zjištěny pouze u směsi T20 ze 3. bilance v porovnání se směsím K, T10 i T20 z 1. bilance. Při porovnání 2. a 3. bilance nebyly statisticky významné rozdíly nalezeny mezi směsí K z 2. bilance a T10 z 3. bilance a mezi T20 z 2. bilance a K i T10 ze 3. bilance.

V rámci všech bilancí bylo nejvíce statisticky významných rozdílů zaznamenáno u krmné směsi T10 ve 2. bilanci a T20 ve 3. bilanci – ve všech případech srovnání. Naopak nejméně statisticky významných rozdílů bylo zjištěno u krmné směsi T10 ze 3. bilance, kdy byl potvrzen rozdíl pouze při porovnání se směsí T10 ze 2. bilance a se směsí T20 ze 3. bilance.

Tabulka 12: Statistické vyhodnocení naměřených hodnot ADF v rámci KS a bilancí.

		1. bilance			2. bilance			3. bilance		
		K	T10	T20	K	T10	T20	K	T10	T20
1. bilance	K		0,029490	0,999957	0,001082	0,000132	0,007319	0,978375	0,845364	0,002025
	T10	0,029490		0,113401	0,990525	0,000658	0,999818	0,329575	0,669870	0,000132
	T20	0,999957	0,113401		0,006683	0,000132	0,034064	0,999654	0,980172	0,000681
2. bilance	K	0,001082	0,990525	0,006683		0,009705	0,999993	0,031375	0,133596	0,000132
	T10	0,000132	0,000658	0,000132	0,009705		0,005751	0,000132	0,000132	0,000132
	T20	0,007319	0,999818	0,034064	0,999993	0,005751		0,123000	0,349044	0,000132
3. bilance	K	0,978375	0,329575	0,999654	0,031375	0,000132	0,123000		0,999922	0,000167
	T10	0,845364	0,669870	0,980172	0,133596	0,000132	0,349044	0,999922		0,000140
	T20	0,002025	0,000132	0,000681	0,000132	0,000132	0,000132	0,000167	0,000140	

* Hodnoty zabarvené červeně označují statisticky významné rozdíly. Jedná se zároveň o hladinu významnosti α .

5.7.3 NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ VLÁKNINA

Při srovnání stravitelnosti NDF u jednotlivých krmných směsí v rámci všech tří bilancí bylo nejvíce statisticky významných rozdílů nalezeno u krmné směsi T10 ze 2. bilance v porovnání se všemi ostatními směsím.

V rámci 1. a 2. bilance byly potvrzeny statisticky významné rozdíly téměř ve všech případech kromě směsi T10 z 1. bilance ve srovnání se směsím K a T20 ze 2. bilance. Při srovnání 1. a 3. bilance byl naopak statisticky významný rozdíl zaznamenán pouze mezi směsí T10 z 1. bilance a směsí T0 ze 3. bilance. Při porovnání 2. a 3. bilance byly nalezeny

statisticky významné rozdíly u směsi T10 ze 2. bilance ve srovnání se všemi ostatními směsmi ze 3. bilance a u směsi T20 ze 3. bilance ve srovnání se všemi směsmi ze 2. bilance.

Kromě směsi T10 ze 2. bilance bylo v rámci všech tří bilancí nalezeno nejvíce statisticky významných rozdílů u směsi T20 ze 3. bilance, kdy byla statistická významnost potvrzena téměř ve všech případech kromě srovnání se směsí K a T20 z 1. bilance.

Tabulka 13: Statistické vyhodnocení naměřených hodnot NDF v rámci KS a bilancí.

		1. bilance			2. bilance			3. bilance		
		K	T10	T20	K	T10	T20	K	T10	T20
1. bilance	K		0,009386	0,999999	0,000518	0,000132	0,004881	0,698011	0,092395	0,495115
	T10	0,009386		0,005237	0,997154	0,000333	0,999998	0,532273	0,996954	0,000139
	T20	0,999999	0,005237		0,000336	0,000132	0,002751	0,543832	0,055461	0,699535
2. bilance	K	0,000518	0,997154	0,000336		0,002634	0,999952	0,110671	0,808393	0,000132
	T10	0,000132	0,000333	0,000132	0,002634		0,001197	0,000132	0,000139	0,000132
	T20	0,004881	0,999998	0,002751	0,999952	0,001197		0,369971	0,977222	0,000135
3. bilance	K	0,698011	0,532273	0,543832	0,110671	0,000132	0,369971		0,950764	0,009186
	T10	0,092395	0,996954	0,055461	0,808393	0,000139	0,977222	0,950764		0,000315
	T20	0,495115	0,000139	0,699535	0,000132	0,000132	0,000135	0,009186	0,000315	

* Hodnoty zabarvené červeně označují statisticky významné rozdíly. Jedná se zároveň o hladinu významnosti α .

5.7.4 DUSÍKATÉ LÁTKY

V rámci všech tří bilancí při porovnání pokusných směsí bylo v případě NL potvrzeno velké množství statisticky významných rozdílů. Mezi 1. a 2. bilancí byly nalezeny statisticky významné hodnoty u směsí K a T20 z 1. bilance v porovnání se všemi ostatními směsmi z bilance 2. U směsi T10 z 1. bilance nebyly naopak nalezeny statisticky významné rozdíly žádné. Při porovnání 1. a 3. bilance a 2. a 3. bilance byly nalezeny rozdíly shodně ve všech případech srovnání u směsí K a T20 z 3. bilance a u směsi T10 ze 3. bilance v porovnání se směsí T10 z 1. a 2. bilance. Při porovnání všech tří bilančních pokusů bylo nejvíce statisticky významných rozdílů zjištěno u směsí T10 ze 2. bilance, K a T20 ze 3. bilance, a to kromě jedné výjimky ve všech případech srovnání.

Tabulka 14: Statistické vyhodnocení naměřených hodnot NL v rámci KS a bilancí.

		1. bilance			2. bilance			3. bilance		
		K	T10	T20	K	T10	T20	K	T10	T20
1. bilance	K		0,000133	1,000000	0,002859	0,000132	0,003219	0,022591	0,830899	0,000846
	T10	0,000133		0,000134	0,585044	0,608358	0,757834	0,000132	0,001474	0,000132
	T20	1,000000	0,000134		0,003881	0,000132	0,004225	0,029348	0,845059	0,001198
2. bilance	K	0,002859	0,585044	0,003881		0,005872	1,000000	0,000132	0,258853	0,000132
	T10	0,000132	0,608358	0,000132	0,005872		0,018352	0,000132	0,000132	0,000132
	T20	0,003219	0,757834	0,004225	1,000000	0,018352		0,000132	0,234952	0,000132
3. bilance	K	0,022591	0,000132	0,029348	0,000132	0,000132	0,000132		0,000258	0,954911
	T10	0,830899	0,001474	0,845059	0,258853	0,000132	0,234952	0,000258		0,000134
	T20	0,000846	0,000132	0,001198	0,000132	0,000132	0,000132	0,954911	0,000134	

* Hodnoty zabarvené červeně označují statisticky významné rozdíly. Jedná se zároveň o hladinu významnosti α .

Stravitelnosti zbylých živin, popelovin a tuku, nebudou v této práci statisticky vyhodnocovány z důvodu nízkých obsahů v pokusných krmných směsích a vzhledem k rozsahu diplomové práce.

6 DISKUZE

Osho a kol. (2013) zkoumali vliv obsahu NDF, ADF v krmivu na růst králíků a stravitelnost živin. V porovnání s našim výzkumem dosahovali autoři vyšších stravitelností u všech živin. U popelovin dosáhli nejvyšší stravitelnosti $81,94 \pm 2,20$ %, zatímco my jsme naměřili nejvyšší stravitelnost $57,1 \pm 0,03$ %. Nejvyšší stravitelnost NL byla v jejich výzkumu $85,25 \pm 3,03$ %, zatímco u nás $67,8 \pm 0,03$ %. U stravitelnosti tuku dosahovali tito autoři nejvyšší hodnoty $97,22 \pm 4,01$ %, zatímco my jsme naměřili nejvýše $87,4 \pm 0,01$ %. Stravitelnost NDF byla v jejich výzkumu nejvyšší $68,08 \pm 1,55$ % a u nás $42,9 \pm 0,05$ %, stravitelnost ADF pak u nich dosahovala $67,96 \pm 2,02$ % a u nás $35,1 \pm 0,05$ %. Nicméně je třeba zdůraznit, že autoři použili pokusné krmné směsi založené především na kukuřici. Do krmných směsí byly použity netradiční komponenty, které se ve výkrmu králíků příliš nepoužívají, a z tohoto důvodu mohli dosahovat lepších výsledků pokusu.

Také konverze krmiva vycházela autorům lepší než nám, a to v rozmezí od 2,2 do 4,8, zatímco v našem výzkumu jsme dosahovali konverze 3,6 – 5,7. Je ovšem třeba uvést, že autoři dosahovali velmi nízkých konečných hmotností zvířat – pouze v rozmezí 812 – 1225 g, kdežto naše porážkové hmotnosti se pohybovaly v rozmezí 2350 – 3254 g. Konečné živé hmotnosti zvířat v jejich výzkumu jsou srovnatelné s hmotnostmi našich králíků na začátku 1. bilance, a proto autoři dosahovali u konverze krmiva lepších hodnot.

Al-Dobaib (2010) prováděl studii na růstové schopnosti, příjem krmiva, konverzi krmiva a stravitelnost živin u králíků po odstavu. Použil tři pokusné směsi s obsahem NL v rozmezí 20,8 – 22,7 %, NDF 25,3 – 34,7 %, ADF 12,5 – 14,2 % a ADL 2,2 – 2,7 %.

Průměrné denní přírůstky byly v autorově výzkumu srovnatelné s našim pokusem – králíci v jeho výzkumu přibírali průměrně na váze v rozmezí od 29,1 do 46,4 g denně a naši králíci 24,83 až 53,58 g. Také živé hmotnosti zvířat z autorova pokusu přibližně odpovídaly našim hodnotám. Na konci pokusu, ve 12. týdnu, činila živá hmotnost králíků 2540 – 2843 g, což odpovídá našim hodnotám z 2. a 3. bilance. Konverze krmiva byla 2,22 - 4,23, zatímco v našem výzkumu 3,6 – 5,7.

Stravitelnost NL naměřil autor v rozmezí 46 – 59,8 %, zatímco my jsme dosahovali hodnot $51,5 \pm 0,03$ až $67,8 \pm 0,03$ %. U NDF se stravitelnost pohybovala mezi 49,5 a 58,3 %, u nás mezi $24,4 \pm 0,09$ a $42,9 \pm 0,05$ %. ADF měla v autorově pokusu stravitelnost 26,5 – 47 % a v našem výzkumu $14,2 \pm 0,16$ - $35,1 \pm 0,05$ %.

Bovera s kolektivem (2015) zkrmovali králíkům od věku 60 dní do věku 82 dní krmnou směs s obsahem NL 18,97 %, popelovin 10,92 %, tuku 3,79 %, hrubé vlákniny 18,97

%, NDF 32,12 %, ADF 21, 73 % a ADL 3,57 %. Králíci na začátku pokusu vážili v průměru 1718 g, což odpovídá našim hodnotám na konci 1. bilance/začátku 2. bilance.

Stravitelnosti živin, které vyplývají z výzkumu autorů, budeme porovnávat s našimi hodnotami naměřenými ve 2. bilanci. Autoři u NL naměřili stravitelnost 81,6 – 87,2 %, zatímco my pouze mezi $62,8 \pm 0,03$ a $67,8 \pm 0,03$ %. U tuku uvádějí stravitelnost 90,9 – 92,8 %, v našem případě byla $82,7 \pm 0,02$ - $87,4 \pm 0,01$ %. U CF vycházela autorům stravitelnost 25,7 – 45,9 %, což je srovnatelné s našimi hodnotami $33,8 \pm 0,13$ - $43,0 \pm 0,05$ %. NDF měla stravitelnost 43,5 – 54,3 %, zatímco nám se pohybovala mezi hodnotami $35,0 \pm 0,06$ a $42,9 \pm 0,05$ %, a u ADF vycházela autorům stravitelnost 21,2 – 41,4 %, kam spadají i naše hodnoty $28,2 \pm 0,08$ - $35,1 \pm 0,05$ %.

Autoři uvádějí, že průměrné denní přírůstky se pohybovaly mezi 33,1 a 34,7 g, zatímco u nás se při odpovídající počáteční váze pohybovaly denní přírůstky v rozmezí 36,5 a 48,36 g. Konverzi krmiva naměřili 4,02 – 4,5, což odpovídá našim hodnotám dosažených se směsí K a T20 z 1. a 2. bilance, kdy se konverze pohybovala v rozmezí 4,1 – 4,6. S naší směsí T10 jsme dosahovali lepší konverze 3,6. Konečné živé hmotnosti zvířat z výzkumu autorů byly srovnatelné s živými hmotnostmi na konci 2. bilance/začátku 3. bilance v našem pokusu.

Nieves a kolektiv (2011) prováděli pokus, při kterém použili krmnou směs s 18% přídatkem listů arniky s následujícím obsahem živin – CF 28,3 %, NDF 46 %, ADF 22 %, NL 12,5 %, a tuk 5,3 %. Do pokusu byli zařazeni králíci, jejichž počáteční hmotnost byla průměrně $1450 \pm 93,77$ g, což přibližně odpovídá váze zvířat na počátku 1. bilance v našem výzkumu – pro porovnání hodnot stravitelností tedy použijeme hodnoty z této bilance.

Autoři naměřili stravitelnost NL 64,1 %, což odpovídá naší hodnotě $65,3 \pm 0,04$ % dosažené se směsí T10. U hrubé vlákniny uvádějí stravitelnost 45,1 %, zatímco my jsme dosáhli maximální hodnoty $31,2 \pm 0,08$ % se směsí T20. Stravitelnost NDF činila v jejich pokusu 67,4 %, u nás pouze $34,5 \pm 0,12$ %.

Maertens a Salifou (1997) provedli studii na pivovarnické mláto jako komponenty do krmných směsí pro králíky ve výkrmu. Na počátku pokusu byli králíci staří 5 týdnů a vážili v průměru 957 g, což je přibližně o 300 g méně než průměrná váha našich králíků při naskladnění (týden před začátkem 1. bilance). Výkrm probíhal stejně jako v našem případě 6 týdnů a průměrná konečná živá hmotnost byla 2925 g, což je srovnatelné s hmotností našich zvířat na konci 3. bilance. Použitá krmná směs obsahovala 8,3 % popelovin, 19,5 % NL, 5,5 % tuku, 16,2 % CF, 46,3 % NDF a 19,7 % ADF.

Jejich průměrný denní přírůstek v rámci celého výkrmu byl 46,9 g, zatímco my jsme se směsí T10 dosáhli průměrné hodnoty 42,9 g. Konverze krmiva se ve výzkumu autorů pohybovala v rozmezí 2,48 – 4,55, zatímco u nás byla u směsi T10 v rozmezí 3,6 – 5,4.

Autoři dosahovali u většiny živin horších stravitelností než my v našem výzkumu. U NDF činila stravitelnost 32 %, což jsme překonali se směsí T10 ve všech bilancích, kdy se stravitelnost pohybovala mezi $33,1 \pm 0,09$ a $42,9 \pm 0,05$ %. Stravitelnost ADF uvádějí autoři 16,2 %, což jsme překonali téměř ve všech případech (kromě směsi T20 ve 3. bilanci) s hodnotami v rozmezí $21,5 \pm 0,16$ a $35,1 \pm 0,05$ %. Stravitelnost tuku jsme předčili ve všech případech s hodnotami mezi $78,4 \pm 0,04$ a $87,4 \pm 0,01$ %, zatímco autoři dosahovali průměrné hodnoty 76,6 %. Stravitelnost popelovin byla v jejich výzkumu 46,4 %, což jsme překonali ve 2. bilanci se všemi směsmi s hodnotami $51,8 \pm 0,04$ - $57,1 \pm 0,03$ %, v ostatních bilancích jsme dosahovali srovnatelných nebo lepších hodnot. Pouze v případě NL naměřili autoři lepší hodnoty – 73,8 %, k čemuž jsme se v našem výzkumu pouze blížili se směsí T10 ve 2. bilanci s hodnotou $67,8 \pm 0,03$ %.

Scapinello s kolektivem (1999) provedl výzkum na trávicí kapacitu králíků. Králíkům v období od 16 dní do 42 dní věku zkrmovali KS s obsahem živin NL 19,2 %, NDF 34,3 %, ADF 17,7 % a ADL 4,3 %. U NL naměřili stravitelnost v rozmezí 77,1 – 78,7 %, zatímco v našem výzkumu se stravitelnost pohybovala mezi $51,5 \pm 0,03$ a $67,8 \pm 0,03$ %. Stravitelnost NDF byla v jejich výzkumu naměřena mezi 33,4 – 34,5 %, v našem výzkumu jsme naměřili hodnoty v rozmezí $24,4 \pm 0,09$ a $42,9 \pm 0,05$ %.

Cuong a kol. (2008) ve svém pokusu zkrmovali králíkům KS s obsahem NL 24,3 %, NDF 44,1 % a ADF 33,5 %. Králíci na začátku pokusu vážili 1,292 – 1,317 g, což odpovídá hodnotám našich králíků při naskladnění. Výkrm trval 56 dní

Autoři uvádějí, že dosahovali stravitelnosti NL 81 %, NDF 78,8 % a ADF 66,9 %, což jsou výrazně vyšší hodnoty, než kterých jsme dosáhli my v průběhu celého výzkumu.

Existují různé údaje o stravitelnosti NDF v jednotlivých komponentách krmných směsí. **García s kolektivem (1999)** uvádí hodnoty 10 % u slupek slunečnice, 16,7 % u ječné slámy ošetřené NaOH, 28,2 % u sójových slupek a 35,1 % u papriky. V našem výzkumu se stravitelnost NDF u topinamburu pohybovala v rozmezí 28,8 – 36,6 %.

7 ZÁVĚR

Z dosažených výsledků je zřejmé, že nejlepšími výsledky bylo dosahováno se směsí T10, tedy s přídatkem nati topinamburu 10 %. Tato směs měla nejlepší vliv na stravitelnost živin v krmivu. Vůbec nejvyšších průměrných hodnot stravitelnosti bylo dosaženo ve 2. bilančním pokusu právě se směsí T10. Králíci krmení směsí T10 měli také nejvyšší průměrné denní přírůstky, nejlepší konverzi krmiva a největší jatečnou výtěžnost. Se směsí T20 bylo dosahováno podobných nebo dokonce horších výsledků než se směsí kontrolní.

S vysokou pravděpodobností můžeme konstatovat, že naše hypotéza byla potvrzena, tedy že přídatek topinamburu pozitivně ovlivňuje stravitelnost živin v krmivu. Z výzkumu ovšem vyplývá, že pozitivní vliv na stravitelnost je pouze do určité hladiny přídatku topinamburu. Po přesažení mezní hodnoty již k dalšímu zlepšení nedochází, nebo naopak dochází ke zhoršení.

Pro přesnější výsledky by bylo třeba provést podrobnější měření, nicméně již nyní můžeme potvrdit, že o nati topinamburu lze do budoucna uvažovat jako o možné komponentě do krmných směsí pro výkrm králíků.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Al-Dobaib, S. N. 2010. Effect of diets on growth, digestibility, carcass and meat quality characteristics of four rabbit breeds. *Saudi Journal of Biological Sciences* 17, 83–93.
- Alexander, F. and Chowdhury, A. K. 1958. Digestion in the rabbit's stomach. *British Journal of Nutrition* 12,65–73.
- Alus, G. and Edwards, N. A. 1976. Development of the digestive tract of the rabbit from birth to weaning. *Proc Nutr Soc*; 36:3A.
- Álvarez, J. L., Margüenda, I., García-Rebollar, P., Carabaño, R., de Blas, C., Corujo, A. and García-Ruiz, A. I. 2007. Effects of type and level of fibre on digestive physiology and performance in reproducing and growing rabbits. *World Rabbit Science* 15, 9–17.
- Anděra, M. a Červený, J. 2000. *Svět zvířat III. Savci 3*. Praha, Albatros, 154 s.
- Bagni N., Malucelli B. and Torrigiani P. 1980. Polyamines storage substances and abscisic-acid-like inhibitors during dormancy and very early activation of *Helianthus tuberosus* tuber tissues. *Physiol. Plant.* 49, 341–345.
- Baldini, M., Danusco, F., Turi, M., Vannozzi, G. P. 2004. Evaluation of new clones of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers. *Ind. Crops Prod.* 19, 25–40.
- Berchiche, M. and Lebas, F. 1994. Supplémentation en méthionine d'un aliment à base de féverole: effets sur la croissance, le rendement à l'abattage et la composition de la carcasse chez du lapin. *World Rabbit Science* 2, 135–140.
- Björnhag, G. 1972. Separation and delay of contents in the rabbit colon. *Swedish Journal of Agricultural Research* 7, 105–114.
- Blas, E. 1986. El almidón en la nutrición del conejo: utilización digestiva e implicaciones prácticas. Doctoral thesis, Universidad de Zaragoza, Spain.
- Blas, E. and Gidenne, T. 2010. Digestion of sugars and starch. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (editors). 2010. *Nutrition of the rabbit - 2nd edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19–38. ISBN-13: 978 1 84593 669 3.
- Bouhnik, Y., Flourié, B., Ouarne, F., Riottot, M., Bisetti, N., Bornet, F. and Rambaud, J. 1994. Effects of prolonged ingestion of fructo-oligosaccharides on colonic bifidobacteria, fecal enzymes and bile acids in humans. *Gastroenterology* 106: A598 (abs.).
- Boulahrouf, A., Fonty, G. and Gouet, P. 1991. Establishment, counts and identification of the fibrolytic bacteria in the digestive tract of rabbit. Influence of feed cellulose content. *Current Microbiology* 22, 1–25.
- Bovera, F., Lestingi, A., Iannaccone, F., Tateo, A. and Nizza, A. 2015. Use of dietary mannanoligosaccharides during rabbit fattening period: Effects on growth performance, feed nutrient digestibility, carcass traits, and meat quality. *Journal of animal sciences* 90 (11), 3858–3866.

- Canas-Rodriguez, A. and Smith, H. W. 1966. The identification of the antimicrobial factors of the stomach contents of suckling rabbits. *Biochem J*;100:79.
- Carabao, R. and Piquer, J. 1998. The digestive system of the rabbit. In: de Blas E, Wiseman J, editors. *Nutrition of the rabbit – 2nd Edition*. Wallingford: CABI Publishing; p. 1–16.
- Carabaño, R., de Blas, C. and García, A. I. 2000. Recent advances in nitrogen nutrition in rabbits. *WorldRabbit Science* 8, 14–28.
- Chamorro, S., Gómez-Conde, M. S., Perez de Rozas, A. M., Badiola, I., Carabaño, R. and de Blas, J. C. 2007. Effect on digestion and performance of dietary protein content and of increased substitution of lucerne hay with soya-bean protein concentrate in starter diets for young rabbits. *Animal* 1, 651–659.
- Cheeke, P. R. 1987. Digestive physiology. In: *Rabbit feeding and nutrition*. Orlando: Academic Press; p. 15–33.
- Chekroun, B., Amzile, M. J., Yachioui, M. E. 1994. Qualitative and quantitative development of carbohydrate reserves during the biological cycle of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *New Zealand, J. of Crop and Hort. Sci.* 22, 31–37.
- Cieślik, E., Gębusia, A., Florkiewicz, A., Mickowska, B. 2011. The content of protein and of amino acids in Jerusalem artichoke tubers (*Helianthus tuberosus* L.) of red variety Rote Zonenkugel. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 10(4), 433–441.
- Colin, M. 1975. Effets sur la croissance du lapin de la supplémentation en L-lysine et en DL-méthionine de régimes végétaux simplifiés. *Annales de Zootechnie* 24, 465–474.
- Colin, M. and Allain, D. 1978. Etude du besoin en lysine du lapin en croissance en relation avec la concentration énergétique de l'aliment. *Annales de Zootechnie* 27, 17–31.
- Corring, T., Lebas, F. and Courtout, D. 1972. Contrôle de l'évolution de l'équipement enzymatique du pancréas exocrine de la naissance à 6 semaines. *Annales de Biologie Animale, Biochimie et Biophysique* 12, 221–231.
- Cuong, N. K., Khang, D. N. and Preston T. R. 2008. Digestibility and growth in rabbits fed a basal diet of sweet potato vines replaced with cassava foliage meal. *Proceedings MEKARN Rabbit Conference: Organic rabbit production from forages* (Editors: Reg Preston and Nguyen Van Thu), Cantho University, Vietnam, 25–27.
- Cruise, L. J. and Brewer, N. R. 1994. Anatomy (Chap. 3). In: Manning, P. J., Ringler, D. H., Newcomer, C. E., editors. *The biology of the laboratory rabbit*. San Diego: Academic Press; pp 47–60.
- Čepl, J., Vacek, J., Bouma, J. 1997. Technologie pěstování a užití topinamburu. *Metodika ÚZPI*, č. 9.
- Černý, I. 2003. *Okopaniny (Cukrová repa, Čakanka obyčejná, Topinambur, Zemiaky)*. 1. vyd, Ústav vedeckotechnických informácií pre pôdohospodárstvo, Nitra. Agroservis, 146 stran, ISBN: 80-89088-23-6.

- Davidson, J. and Spreadbury, D. 1975. Nutrition of the New Zealand White rabbit. *Proceedings of the Nutrition Society* 34, 75–83.
- Davies, R. R. and Davies J. A. E. R. 2003. Rabbit gastrointestinal physiology. *Vet Clin Exot Anim* 6 139–153.
- De Blas, C. and Mateos, G. G. 2010. FeedFormulation. In: De Blas, C., Wiseman, J. *Nutrition of the Rabbit - 2nd Edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 222 – 232.
- De Blas, C., Taboada, E., Nicodemus, N., Campos, R., Piquer, J. and Méndez, J. 1998. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary threonine content. *Animal Feed Science and Technology* 70,151–160.
- De Blas, C. and Wiseman, J. 2010. *Nutrition of the Rabbit - 2nd Edition*. CAB International. ISBN 978-1-84593-669-3.
- De Vries, J. W. and Rader, J. I. 2005. Historical perspective as a guide for identifying and developing applicable methods for dietary fibre. *Journal of the AOAC International* 88, 1349–1366.
- Debray, L., Le Huërou-Luron, I., Gidenne, T. and Fortun-Lamothe, L. 2003. Digestive tract development in rabbit according to the dietary energetic source: correlation between whole tract digestion, pancreatic and intestinal enzymatic activities. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 135,443–455.
- Delzenne, N. and Roberfroid, M. 1994. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 27: 1–6.
- Djouzi, Z. and Andrieux, C. 1997. Compared effects of three oligosaccharides on metabolism of intestinal microflora in rats inoculated with a human faecal flora. *Br. J. Nutr.* 78: 313–324.
- Donnelly, T. M. 1997. Basic anatomy, physiology and husbandry. In: Hillyer, E. H., Quesenberry, K. E., editors. *Ferrets, rabbits and rodents: clinical medicine and surgery*. Philadelphia: W. B. Saunders; p. 147–59.
- Dvořák, L. 1973. *Chov králíků*, Praha: SZN. 290 s.
- Enser, M. 1984. The chemistry, biochemistry and nutritional importance of animal fats. In: Wiseman, J. (ed.) *Fats in Animal Nutrition*. Butterworths, London, UK, pp. 23–51.
- Falcão e Cunha, L., Peres, H., Freire, J. P. B. and Castro-Solla, L. 2004. Effects of alfalfa, wheat bran or beet pulp, with or without sunflower oil, on caecal fermentation and on digestibility in the rabbit. *Animal Feed Science and Technology* 117, 131–149.
- Fekete, S. 1989. Recent findings and future perspectives of digestive physiology in rabbits: a review. *Acta Vet Hung*;37:265–79.
- Forsyth, S. J. and Parker, D. S. 1985. Nitrogen metabolism by the microbial flora of the rabbit caecum. *J Appl Bacteriol*; 58:363–9.

- Fraga, M. J., Barreno, C., Carabaño, R., Méndez, J. and de Blas, C. 1984. Efecto de los niveles de fibra y proteína del pienso sobre la velocidad de crecimiento y los parámetros digestivos de los conejos. *Anales del INIA Serie Ganadera* 21, 91–110.
- Gallois, M., Le Huërou-Luron, I., Fortun-Lamothe, L., Lallès, J. P. and Gidenne, T. 2008. Adaptability of the digestive function according to age at weaning in the rabbit: I. Effect on feed intake and digestive functionality. *Animal* 2, 525–535.
- García, J., Carabaño, R. and de Blas, J. C. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *Journal of Animal Science* 77, 898–905.
- García, A. I., de Blas, J. C. and Carabaño, R. 2004. Effect of type of diet (casein-based or protein-free diet) and caecotrophy on ileal endogenous nitrogen and amino acid flow in rabbits. *Animal Science* 79, 231–240.
- Gibson, G. R., Beatty, E. R., Wang, X. & Cummings, J. H. 1995. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology* 108: 975–982.
- Gidenne, T. 1994. Effets d'une réduction de la teneur en fibres alimentaires sur le transit digestif du lapin. Comparaison et validation de modèles d'ajustement des cinétiques d'excrétion fécale des marqueurs. *Reproduction Nutrition Development* 34, 295–307.
- Gidenne, T., Carabaño, R., García, J. and de Blas, C. Fibre digestion. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (editors). 2010. *Nutrition of the Rabbit - 2nd edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19–38. ISBN-13: 978 1 84593 669 3.
- Gidenne, T. and Ruckebusch, Y. 1989. Flow and passage rate studies at the ileal level in the rabbit. *Reproduction Nutrition Development* 29, 403–412.
- Gómez-Conde, M. S., Pérez de Rozas, A., Badiola, I., Pérez-Alba, L., de Blas, C., Carabaño, R. and García, J. 2009. Effect of neutral detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty-five-day-old weaned rabbits. *Livestock Science* 125, 192–198.
- Goodlad, J. S. and Mathers, J. C. 1990. Large bowel fermentation in rats given diets containing raw peas (*Pisum sativum*). *British Journal of Nutrition* 64, 569–587.
- Goodlad, J. S. and Mathers, J. C. 1991. Digestion by pigs of non starch polysaccharides in wheat bran and raw peas (*Pisum sativum*) fed in mixed diets. *British Journal of Nutrition* 65, 259–270.
- Graham, H. and Aman, P. 1986. Composition and digestion in the pig gastrointestinal tract of Jerusalem artichoke tubers. *Food Chem.* 22: 67–76.
- Griffiths, M. and Davies, D. 1963. The role of soft pellets in the production of lactic acid in the rabbit stomach. *Journal of Nutrition* 80, 171–180.
- Grobner, M. A. 1982. Diarrhea in the rabbit. A review. *Journal of Applied Rabbit Research* 5, 115–127.

- Gutiérrez, I., Espinosa, A., Garcia, J., Carabaño, R. and de Blas, J. C. 2002. Effect of levels of starch, fiber, and lactose on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Journal of Animal Science* 80, 1029-1037.
- Gutiérrez, I., Espinosa, A., Garcia, J., Carabaño, R. and de Blas, J. C. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned rabbits. *Animal Research* 52, 461-471.
- Hamouz, K. a Lachman, J. 2010. Topinambur hlíznatý – *Helianthus tuberosus* L. In: Fernández, C. E., Viehmannová, I., Lachman, J., Hamouz, K., Pulkrábek, J., Brunerová, L. (ed.), *Netradiční plodiny pro diabetiky*, Grada Publishing, s. 29 – 49, ISBN 978-80-247-2811-7.
- Harcourt-Brown, F. 2002. *Textbook of Rabbit Medicine*. Oxford, UK: Butterworth Heinemann.
- Henschel, M. J. 1973. Comparison of the development of proteolytic activity in the abomasum of the preruminant calf with that in the stomach of the young rabbit and guinea pig. *Br J Nutr*; 30:285–96.
- Hernández, P. 2008. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In: Xiccato, G., Trocino, A. and Lukefahr, S. D. (eds) *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Verona. Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, Brescia, Italy, pp. 1287–1299.
- Ito, Z. 1990. Motilide as motilin receptor agonist: a new class of prokinetic agents originating from the macrolides. *Regul Pept Lett*; 2(4):12–5.
- Jenkins, J. R. 2000 Rabbit and ferret liver and gastrointestinal testing. In: Fudge AM, editor. *Laboratory medicine avian and exotic pets*. Philadelphia: W. B. Saunders; p. 291–304.
- Kacerovský, O. a kol. 1990. *Zkoušení a posuzování krmiv*. 216 p., ISBN 80-209-0098-5.
- Kardong, K. V., 2009. *Vertebrates: Comparative Anatomy, Function, Evolution*. The McGraw–Hill Companies.
- Kasal, P., Čepl, J., Čížek, M. 2013. *Metodika pro výběr optimálních technologických postupů pěstování topinamburu s důrazem na užitkový směr pěstování*. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský. 21 s. ISBN 978-80-86940-45-8.
- Kasal, P., Čepl, J. a Vacek, J. 2000. Topinambur – znovuobjevená plodina. *Úroda*, 2000, č. 12, s. 23 – 25.
- Kaur, N., Jain, H., Mann, P., Gupta, A. K. 1992. Singh, R. A comparison of properties of invertases and inulinase from chicory. *Plant Physiol. Biochem.* 30, 445- 450.
- Kays, S. J. and Nottingham, S. F. 2008. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke (Helianthus tuberosus L.)*, CRC Press, New York, 478 s., ISBN: 978-1-4200-4495-9
- Knudsen, K. E. B and Hesso, I. 1995. Recovery of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in the small intestine of man. *Br. J. Nutr.* 74: 101–113.

- Konrád, J. 1996. Chov kožešinových zvířat. Brno. MZLU. 195 s. ISBN 80-7157-204-7.
- Koukolová, V., Homolka, P., Kudrna, V. 2010. Vliv strukturních sacharidů na bachorovou fermentaci, zdraví zvířat a kvalitu mléka. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha - Uhřetěves. ISBN 978-80-7403-066-6.
- Kulangara, A. C. and Schecktmann, A. M. 1962. Passage of heterologous serum proteins from mother into fetal compartments of the rabbit. *Am J Physiol*;203:1071–80.
- Laštůvka, Z. a kolektiv. 1996. Zoologie pro zemědělce a lesníky. Brno, Konvoj, 266 s., ISBN 80-85615-50-9.
- Lebas, F. 1979. La nutrition du lapin: mouvement des digesta et transit. *Cuniculture* 6, 67-68.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., Thébault, R. G. 1997. The rabbit - Husbandry, health and production. FAO Animal Production and Health Series No. 21. ISSN 1010-9021.
- Lelkes, L., Chang, C. L. 1987. Microbial dysbiosis in rabbit mucoid enteropathy. *Lab Anim Sci*; 37(6):757–64.
- Ma, X. Y, Zhang, L. H., Shao, H. B., Xu, G., Zhang, F., Ni, F. T., Brestic, M. 2011. Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*), a medicinal salt-resistant plant has high adaptability and multiple-use values. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(8), pp. 1272–1279.
- Maertens, L. 1998. Fat in rabbit nutrition: a review. *World Rabbit Science* 6, 341–348.
- Maertens, L., Aerts, J. M. and De Brabander, D. L. 2005. Effet d'un aliment riche en acides gras omega-3 sur les performances et la composition du lait des lapines et la viabilité de leur descendance. In: Proceedings of the 11èmes Journées de la Recherche Cunicole. INRA-ITAVI, Paris, France, pp. 205–208.
- Maertens, L., Lebas, F. and Szendro, Z. 2006. Rabbit milk: a review of quantity, quality and non-dietary affecting factors. *World Rabbit Science* 14, 205-230.
- Maertens, L. and Salifou, E. 1997. Feeding value of brewer's grains for fattening rabbits. *World rabbit science*, vol. 5 (4), 161-165.
- Malík, V. a kolektiv. 1999. Králík od A do Z. Nakladatelství Kontakt plus, 96 stran.
- Marounek, M., Vook, S. J. and Skrivanová, V. 1995. Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. *British Journal of Nutrition* 73, 463–469.
- Martin, J. H., Waldren, R. P. and Stamp, D. L. 2002. Principles of Field Crop Production, Pearson Prentice Hall, New Jersey. ISBN 0-13-025967-5.
- McNitt, J. I., Patton, N. M., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. 2000. Rabbit Production. Eighth edition. ISBN-13: 978-1-84593-944-1.
- Meijer, W. J. M., Mathijssen, E. 1991. The relation between flower initiation and sink strength of stems and tubers of Jerusalem artichoke. *Neth. J. Agric. Sci.*, 39(2): 123-135.

- Mertens, D. R. 2003. Challenges in measuring insoluble dietary fibre. *Journal of Animal Science* 81, 3233–3249.
- Munoz, M. E., Gonzalez, J., Esteller, A. 1986. Bile pigment formation and excretion in the rabbit. *Comp Biochem Physiol*; 85A:67–71.
- Nicodemus, N., Garcia, J., Carabaño, R. and de Blas, J.C. 2002. Effect of inclusion of sunflower hulls in the diet on performance, disaccharidase activity in the small intestine and caecal traits of growing rabbits. *Animal Science* 75, 237-243.
- Nieves, D., Terán, O., Cruz, L., Mena, M., Gutiérrez, F. and Ly, J. 2011. Digestibilidad de nutrientes en follaje de arnica (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 309 – 314.
- Nilsson, U., Öste, R., Jägerstad, M. and Birkhed, D. 1988. Cereal fructans: invitro and in vivo studies on availability in rats and humans. *J. Nutr.* 119:1325–1330.
- O'Malley, B. 2005. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species: Structure and Function of Mammals, Birds, Reptiles, and Amphibians*. London, UK: Elsevier Saunders.
- Ohta, A., Osakabe, N., Yamada, K., Saito, Y. & Hidaka, H. 1993. The influence of fructooligosaccharides and various other oligosaccharides on the absorption of Ca, Mg and P in rats. *J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.* 46: 123–129.
- Okey, R. 1919. Studies on the behavior of inulin in the animal body-II. Inulin in the alimentary canal. *J. Biol. Chem.* 39: 149–162.
- Orengo, O. and Gidenne, T. 2007. Feeding behavior and caecotrophy in the young rabbit before weaning: An approach by analysing the digestive contents. *Applied Animal Behaviour Science* 102, 106–118.
- Osho, S. O., Oso, A. O., Akpan, I. E., Ayanniyi, T. A., Fafiolu, A. O., Jegede, A. V., Isah, O. A., Aderinboye, R. Y., Dele, P., Ojo, V. O. A., Ogunade, I. M., Durosaro, S. O., Ekunseitan, D. A., Ayoola, A. A. and Idowu, O. M. O. 2013. Effect of Varying NDF, ADF and Digestible Energy Levels on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Caecal Fermentation, Caecal and Faecal Microflora of Growing Rabbits. *Global Journal of Science Frontier Research. Biological Sciences*. Volume 13. Global Journals Inc. ISSN: 2249-4626.
- Otutumi, L. K., Furlan, A. C., Scapinello, C., Martins, E. N., Peralta, R. M., de Souza, D. L. and Santolin, M. L. R. 2005. Digestibilidade e atividade enzimática intestinal de coelhos em crescimento alimentados com diferentes fontes de amido procesadas ou não por extrusão. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34, 557–567.
- Partridge, G. G., Garthwaite, P. H. and Findlay, M. 1989. Protein and energy retention by growing rabbits offered diets with increasing proportions of fibre. *Journal of Agricultural Science* 112, 171–178.
- Pascual, J. J., Cervera, C., Blas, E. and Fernández-Carmona, J. 2003. High-energy diets for reproductive rabbit does: effect of energy source. *Nutrition Abstracts and Reviews, Series B: Livestock Feeds and Feeding* 73, 27R–39R.

- Portsmouth, J. I. 1977. The nutrition of the rabbits. In: Haresign, W., Swan, H. and Lewis, D. (eds). *Nutrition and the Climatic Environment*. Butterworths, London, UK, pp. 93–111.
- Rafay, J., Süvegová, K., Chrastinová, L., Parkányi, V., Ondruška, L., Chrenek, P. 2009. Chov králikov. Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra. ISBN 978-80-89418-00-8.
- Ruckebusch, Y., Phaneuf, L.-P., Dunlop, R. 1991. Section III—the digestive system. In: *Physiology of small and large animals*. Philadelphia: W. B. Saunders; p. 191–298.
- Rumessen, J. J., Bodé, S., Hamberg, O. and Gudmand-Hoyer, E. 1990. Fructans of Jerusalem artichokes: intestinal transport, absorption, fermentation and influence on blood glucose, insulin and C-peptide responses in healthy subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 52: 675–681.
- Sanders, T.A.B. 1988. Essential and trans-fatty acids in nutrition. *Nutrition Research Reviews* 1, 57–78.
- Sandford, J. C. 1996. *The domestic rabbit*. Oxford: Blackwell science.
- Sawicka, B., Kalembasa, D. 2008. Variability in macroelement content in tubers of *Helianthus tuberosus* L. at different nitrogen fertilization levels. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura*, 7: 67–82.
- Sawicka, B., Kalembasa, D., Skiba, D. 2015. Variability in macroelement content in the aboveground part of *Helianthus tuberosus* L. at different nitrogen fertilization levels. *Plant Soil Environ.* Vol. 61, no. 4: 158–163.
- Scapinello, C., Gidenne, T., Fortun-Lamothe, L. 1999. Digestive capacity of the rabbit during the post-weaning period, according to the milk/solid feed intake pattern before weaning. *Reprod. nutr. dev.* 39, pp 423-432.
- Schumacher, Ch. 2012. Úspěšný chov králiků. Víkend, 152 s. ISBN: 978-80-7433-050-6.
- Shadle, A. R. 1936. The attrition and extrusive growth of the four major incisor teeth of domestic rabbits. *J Mammol.*, 17, 15–21.
- Smith, K. 2001. *Rabbit Health in the 21st Century – Second edition. A Guide for Bunny Parents*. IUniverse, Inc. ISBN: 0-595-28137-0.
- Snipes, R. L., Clauss, W., Weber, A. and Hörnicke, H. 1982. Structural and functional differences in various divisions of the rabbit colon. *Cell Tissue Res.*, 225,331–346.
- Spreadbury, D. 1978. A study of the protein and amino acid requirements of the growing New Zealand White rabbit with emphasis on lysine and the sulphur-containing amino acids. *British Journal of Nutrition*, Volume 39, Issue 03, pp 601-613.
- Stauffer, M. D., Chubey, B. B., Dorrell, D. G. 1980. Growth, yield and compositional characteristics of Jerusalem artichoke as it relates to biomass production, s. 193-203.
- Straw, T. E. 1988. Bacteria of the rabbit gut and their role in the health of the rabbit. *J Appl Rabbit Res*; 11:142–6.

Swinkels, J. J. M. 1985. Composition and Properties of Commercial Native Starches. *Starch/Stärke*, 37: 1–5. doi: 10.1002/star.19850370102.

Štětka, A. 2001. Český albín. Praha. Serifa. 72 s.

Štětka, A. 2013. Chov králíků u drobnochovatelů s ohledem na užitkový směr a plemennou příslušnost. V: Sborník XII. celostátního semináře: „Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků“. ISBN 978-80-7403-113-7.

Taboada, E., Méndez, J. and Blas, C. 1996. The response of highly productive rabbits to dietary sulphur amino acid content for reproduction and growth. *Reproduction, Nutrition and Development* 36, 191–203.

Teper, I. 2000. ANKOM 220: nový přístup ke stanovení vlákniny. *Krmivářství*, 7, s. 20-21.

Thivend, P. 1981. Les constituants glucidiques des aliments concentrés et de leurs dérivés. In: Demarquilly, C. (ed.) *Prévision de la Valeur Nutritive des Aliments des Ruminants*. INRA, Paris, France, pp. 219–235.

Vala, Z. a Zabloudil, F. 2008. Zajíc polní a králík divoký - Jejich životní potřeby v současnosti. *Myslivost* 7/2008, str. 49.

Van Den Heuvel, E., Muys, T., Van Dokkum, W. & Schaafsma, G. 1997. Fructo oligosaccharides stimulate calcium absorption in adolescents. TNO Nutrition and Food Research Institute, Tienen, Belgium.

Vernay, M. and Raynaud, P. 1975. Repartition des acides gras volatils dans le tube digestif du lapin domestique. II. Lapin soumis au jeune. *Annales Recherches Vétérinaires* 6, 369–377.

Villamide, M. J., Nicodemus, N., Fraga, M. J. and Carabaño, R. Protein Digestion. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (editors). 2010. *Nutrition of the rabbit - 2nd edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19–38. ISBN-13: 978 1 84593 669 3.

Williams, J. A., Griffen, W. O., Sharma, A. et al. 1961. Composition and source of secretion from lymphoid aggregations in the rabbit gut. *Br J Exp Pathol*; 42:153–7.

Wolter, R., Nouwakpo, F. and Durix, A. 1980. Étude comparative de la digestion d'un aliment complet chez le poney et le lapin. *Reproduction Nutrition Development* 20, 1723–1730.

Xiccato, G. 2010. Fat Digestion. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (editors). *Nutrition of the rabbit - 2nd edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19–38. ISBN-13: 978 1 84593 669 3.

Xiccato, G. and Trocin, A. 2010. Energy and Protein Metabolism and Requirements. In: De Blas, C. and Wiseman, J. (editors). *Nutrition of the rabbit - 2nd edition*. CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 19–38. ISBN-13: 978 1 84593 669 3.

Xiccato, G., Carazzolo, A., Cervera, C., Falcão e Cunha, L., Gidenne, T., Maertens, L., Perez, J. M. and Villamide, M. J. 1996. European ring-test on the chemical analyses of feed and faeces: influence on the calculation of nutrient digestibility in rabbits. In: Lebas, F. (ed.)

Proceedings of the 6th World Rabbit Congress, Toulouse, Vol. 1. Association Française de Cuniculture, Lempdes, France, pp. 293–297.

Yu, B., Chiou, P. W. S., Young, Ch. L. and Huang, H. H. 1987. A study of ratty T-type cannule and its ileal digestibilities. Journal of the Chinese Society of Animal Science 16, 73–81.

Zadina, J. a kolektiv. 2009. Chov králíků. Praha: Brázda, 207stran. ISBN: 978-80-209-0369-3.

INTERNETOVÉ ZDROJE

Hájková, J. 2010. Králík versus zajíc [online]. Příroda. [cit. 8. 8. 2014]. Dostupné z WWW: <<http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1229>>

Ježková, E. 2004. Topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus* L.) - netradiční alternativní plodina pro průmyslové a energetické využití [online]. Biom.cz [cit. 24. 11. 2015]. ISSN: 1801-2655. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/topinambur-hliznaty-helianthus-tuberosus-l-netradicni-alternativni-plodina-pro-prumyslove-a-energeticke-vyuziti>>.

Komise Evropských společenství. NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 152/2009, ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv. Dostupné také z WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2009R0152:20130212:CS:PDF>>

Pulkrábek, J. Okopaniny [online]. Praha ČZU, katedra rostlinné výroby. SMEP – skripta ČZU. [cit. 24. 11. 2015]. Dostupné z WWW: <http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=5>

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADF	Acido-detergentní vláknina
ADL	Acido-detergentní lignin
BE	Brutto energie
CF	Hrubá vláknina
K	Kontrolní krmná směs
KS	Krmná směs
NDF	Neutrálně detergentní vláknina
NL	Dusíkaté látky
PKS	Pokusná krmná směs
SE	Stravitelná energie
T10	Pokusná směs s přidavkem topinamburu 10 %
T20	Pokusná směs s přidavkem topinamburu 20 %