

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

2118816

**Stráviteľnosť objemových krmív v podmienkach *in vitro***

**2010**

**Peter Schneidgen, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH  
ZDROJOV**

**Stráviteľnosť objemových krmív v podmienkach *in vitro***

**Diplomová práca**

Študijný program:	Výživa zvierat a krmivárstvo
Študijný odbor:	6.1.12 Výživa
Školiace pracovisko:	Katedra Výživy Zvierat
Školiteľ:	Ing. Branislav Gálik, PhD.

# SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE

Fakulta: Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov

Katedra: Katedra výživy zvierat

Akademický rok: 2009 / 2010

## ZADÁVACÍ PROTOKOL ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Typ záverečnej práce: diplomová

Názov záverečnej práce: Stráviteľnosť objemových krmív v podmienkach *in vitro*

Študent: Bc. Peter Schneidgen

Študijný program: Výživa zvierat a krmivárstvo

Školiteľ: Ing. Branislav Gálik, PhD.

Školiace pracovisko: katedra výživy zvierat

Vedúci pracoviska: doc. Ing. Erika Horniaková, PhD.

Jazyk v ktorom sa práca vypracuje: slovenský

Dátum schválenia zadania: október 2009

Anotácia záverečnej práce:

### - Cieľ práce:

Cieľom diplomovej práce je analyzovanie výživnej hodnoty a stráviteľnosti vybraných objemových krmív. Výživnú hodnotu kukuričných siláží a trávneho sena sme stanovili štandardnými laboratórnymi postupmi. Stráviteľnosť organickej hmoty sme stanovili *in vitro* metódou PEPCEL

### - Rámcová metodika práce:

- analyzovanie výživnej hodnoty
- analyzovanie obsahu živín v krmivách
- stanovenie stráviteľnosti organickej hmoty v podmienkach *in vitro*

Rozsah textovej časti: 30 – 40 strán

Literatúra:

1. BÍRO, D. et al. 2008. Výživa zvierat. Nitra: SPU , 1. Vyd. 2008, ISBN 978-80-552-0070-5.
2. HANÁČKOVÁ, SLAMKA, 2008. Influence of fertilization with fermented biosludge on the yield and nutritive value of aboveground maize (*Zea Mays L.*). In Journal Central European Agriculture. vol 9, 2008, p. 609-614.
3. KOVÁČOVÁ, J., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., CHRENKOVÁ, M., SOMMER, A., 2003. Crude poretin and organic matter degradability and intestinal digestibility of various feeds. In *Journal of Farm Animal Science*, vol. 34, 2003, s. 115-121.
4. MASAHITO, O. , ALLEN, M., 2005. *In Vitro* digestibility of forage In *Tri-state Dairy Nutrition Conference*, vol. 1, 2005, p. 81-91.

Harmonogram postupu prác:

- doplnenie aktuálnych literárnych zdrojov : október 2009 – marec 2010
- spracovanie experimentálnej časti a vypracovanie práce: marec 2009 – september 2009

Dátum odovzdanie záverečnej práce: apríl 2010

doc. Ing. Erika Horniaková, PhD.

vedúca katedry

prof. Ing. Daniel Bíro, PhD.

dekan

## ABSTRAKT

V práci sme analyzovali tri typy kukuričnej siláže (*Zea Mays, L.*) a dve vzorky lúčneho sena. Hybridy kukurice, silážované v laboratórnych podmienkach, boli pestované v identických agrotechnických podmienkach. Celé rastliny hybridov kukurice boli zberané pri obsahu sušiny od 367,9 g.kg<sup>-1</sup> do 400,4 g.kg<sup>-1</sup> v štádiu voskovo mliečnej zrelosti. Zber prebiehal na experimentálnych poľných parcelách Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU v Kolíňanoch. Po zbere rastlín sme ich v laboratórnych podmienkach mechanicky spracovali na dĺžku rezanky 20 mm. Následne bola hmota maximálne utlačená do silážnych jednotiek (Kovo Servise Český Krumlov, ČR) s objemom 15 dm<sup>3</sup>, bez použitia aditív. Natlačené a hermeticky uzatvorené silážne jednotky boli po dobu 2 mesiacov uskladnené v laboratóriu konzervovania krmív KVZ SPU v Nitre, v prostredí internej klimatizácie (18° C). Po ukončení fermentačného procesu sme silážne jednotky otvorili a v priemerných vzorkách sme stanovili výživné hodnoty. Stanovenie stráviteľnosti bolo prevedené metódou PEPCEL v laboratórnych vzorkách. Rovnako tak aj seno bolo vyrobené na parcelách Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU v Kolíňanoch. Zberané pri obsahu sušiny 536 g.kg<sup>-1</sup> v štádiu plného kvitnutia, druhá vzorka bola zberaná v štádiu na začiatku kvitnutia pri obsahu sušiny 521 g.kg<sup>-1</sup>. Z výsledkov analýzy vzoriek bola najvyššia hodnota stráviteľnosti organickej hmoty (SOH 77,7%) zistená u kukuričnej siláže FAO 450 (n=3) pri obsahu sušiny 381,1 g.kg<sup>-1</sup>. Najnižšiu hodnotu SOH (46,89%) sme zistili u vzorky Seno 2 pri obsahu sušiny 521,0 g.kg<sup>-1</sup>. Z hľadiska významnosti obsahu živín na stráviteľnosť má na základe zistených korelačných koeficientov najväčší vplyv obsah organickej hmoty. Práve pri vzťahu organickej hmoty a stráviteľnosti bola zistená najvyššia hodnota korelačného koeficientu 0,972.

**Kľúčové slová:** kukurica, siláž, seno, *in vitro*, stráviteľnosť živín, výživná hodnota

## ABSTRACT

In this work we have analyzed three types of sorn silage (*Zea Mays*, L.) and two types of meadow hay. Hybrids of maize was cultivated under the same agro-ecological conditions, after the crop were silaged in laboratory conditions. Whole plants of corn hybrids for dry mater content from 367,9 g.kg<sup>-1</sup> to 400,4 g.kg<sup>-1</sup> on milk-wax stage of ripsness. The harvest was made at the experimental field plots of the University experimental farm Kolíňany. After harvest, we plant them in laboratory conditions mechanically processed into lenght of 20 mm. After that, the grass pressed units with a capacity of 4,5 dm<sup>3</sup>, without using aditives. Printed and hermetically sealed units with silage for 2 monthsstored in a laboratory on animal feed preservation KVZ SPU in Nitra, in an internal air (18° C). After the fermentation preocess, we opened the unit and silage samples, we determined the average nutritional value. Determination of digestibility was transferred PEPCEL method in the laboratory samples. Similarly, the hay was grown on plots of the University in holding SAU Kolíňany. Harvested for dry matter content 536 g.kg<sup>-1</sup> in the full flowering stage, a second sample was collected in the early flowering stage in solids 521 g.kg<sup>-1</sup>. The results of analysis of samples was highest digestibility of organic matter (SOH 77.7 %) observed in maize silage FAO 450(n=3) in solids 381.1 g.kg<sup>-1</sup> SOH lowest value (46.89 %) we observed in sample 2 at Hay solids 521.0 g.kg<sup>-1</sup> In terms of significance to the digestibility of nutrients to the observed correlation coefficients greatest influence organic matter content. On the relation of organic matter and digestibility was found highest correlation coefficient of 0.972.

**Key words:** corn, silage, hay, *in vitro*, nutrient digestibility, nutrition value

### **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Podpísaný (Bc. Peter Schneidgen) týmto prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému „Stráviteľnosť objemových krmív v podmienkach *in vitro*“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre, 2010

.....

Podpis

## **POĎAKOVANIE**

Touto cestou by som sa chcel poďakovať Ing. Branislavovi Gálikovi, PhD. Za pomoc, cenné rady a pripomienky pri písaní diplomovej práce.



## **Použité označenie**

**max.** – maximálne

**kys.** – kyselina

**mm** – milimetre

**m** – meter

**NDF** – neutrálne detergentná vláknina

**ADF** – acido detergentná vláknina

**PDIN, PDIE** – skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov

**WSC** – vodou rozpustné sacharidy

**BNLV** – bezdusíkaté látky výťažkové

**MJ** – mega Joule

**NEL** – netto energia laktácie

**NEV** – netto energia výkrmu

**%** - percento

**ZP** – zlučovací pomer

**deg** – degradácia, degradovateľnosť

**edeg** – efektívna degradovateľnosť

**°C** – stupne celzia

**cca** – približne

**x** – aritmetický priemer

**s** – smerodajná odchýlka

**v** – rozptyl

**OH** –organická hmota

**NL** – dusíkaté látky

**SOH** – stráviteľná organická hmota

**VL**- vláknina

## **OBSAH:**

Abstrakt	4
Úvod	10
1 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky	12
1.1 Nutričný význam živín	12
1.1.1 Organické živiny	13
1.1.2 Anorganické živiny	18
1.2 Krmivá ako zdroj živín	21
1.2.1 Objemové krmivá	21
1.2.2 Konzervované krmivá	22
1.2.3 Seno	25
1.2.4 Siláže	25
1.3 Stráviteľnosť objemových krmív	26
1.3.1 Metódy zisťovania stráviteľnosti objemových krmív	29
1.3.2 In vivo metódy	32
1.3.3 In vitro metódy	32
1.3.4 In sacco, in situ metódy	35
2 Cieľ práce	36
3 Biologický materiál	37
3.2 Použité laboratórne metódy a postupy	37
3.3 štatistické spracovanie výsledkov	38
4. Výsledky a diskusia	41
4.1 Obsah živín v analyzovaných kukuričných silážach	41
4.1.1 Obsah energie a dusíkatých látok v kukuričných silážach	43
4.2 Obsah živín v analyzovanom lúčnom sene	44
4.2.2 Obsah energie a dusíkatých látok v lúčnom sene	46
4.3 Stráviteľnosť organickej hmoty kukuričných siláží a sena	48
5 Návrh na využitie poznatkov	52
6 Záver	54
7 Použitá literatúra	55
8 Prílohy	62

## ÚVOD

Výživa zvierat zabezpečuje pokrytie nárokov na energiu. Organické živiny a minerálne látky. V základe rozlišujeme potrebu energie a živín v kŕmnej dávke na záchov a na produkciu. Energia pre záchov predstavuje pokrytie nárokov zvierat'a na prežitie, touto dávkou sa zviera udržiava v primeranej kondícii a v dobrom zdravotnom stave. Energia na produkciu zahŕňa dávku záchovnú a produkčnú k vytvoreniu živočíšneho produktu (mäsa, mlieka a vajec).

Samotná kŕmna dávka je špecificky zostavovaná na základe nutričných potrieb daného hospodárskeho zvierat'a. Medzi významné aspekty ovplyvňujúce zloženie kŕmnej dávky patria druh, pohlavie, úžitkové zameranie a vek zvierat'a. Zloženie kŕmnej dávky musí zohľadňovať jeho nároky na minerálne a stopové prvky. Živiny musia byť kŕmiva ľahko prístupné, schopné sa degradovať a vstrebať v tráviacej sústave. Vzhľadom nato, že zvieratá potrebujeme kŕmiť počas celého roka, v značnej miere používame konzervované kŕmivá a to najmä konzervované silážovaním. Ako jeden z hlavných produktov silážovania u nás je kukuričná siláž. Ak sa dodržia podmienky zberu a to najmä fáza rastu, v ktorej plodinu zberáme, priebeh fermentačného procesu získame veľmi kvalitné kŕmivo, dlhodobo skladovateľné a hlavne kedykoľvek dostupné.

K tomu aby sme samotnú kŕmnu dávku vedeli zostaviť je potrebné poznať obsah živín a stráviteľnosti jednotlivých komponentov, z ktorých bude kŕmna dávka pozostávať. K determinácii stráviteľnosti jednotlivých zložiek slúži viacero metód. Môžeme ich rozdeliť do dvoch základných skupín. Metódy stanovenia stráviteľnosti priamo na zvierati (*in vivo*, resp *in sacco*), alebo metódy využívajúce laboratórnu techniku (*in vitro*).

Vzhľadom na rozmáhajúce sa dopady hospodárskej krízy. Sa hľadajú a využívajú metódy, ktoré by znížili náklady na stanovenie živín a samotnej stráviteľnosti v komponente. Pri metódach *in vivo* najväčšie náklady vznikajú práve pri starostlivosti o zvieratá, pri prenájme priestorov (bilančnej maštale). Značným problémom pri týchto pokusoch sú aj legislatívne povolenia. A to najmä od veterinárnej a štátnej správy, dodržiavanie podmienok pre welfare zvierat. Určitým východiskom z tejto situácie (znižovanie nákladov, povolenia) je využívanie laboratórnych metód na stanovenie stráviteľnosti a živín (tzv. *in vitro* metódy).

Jednou zo základných laboratórnych (*in vitro*) metód determinujúcou stráviteľnosť je metóda podľa Tilley Terry. Bola vyvinutá na základe potreby stanovenia živín bez priamej účasti zvierat'a na pokuse. Aj napriek tomu že dosahované výsledky použitím tejto metódy sú porovnateľné s pokusmi stráviteľnosti na zvieratách. Je stále potrebná prítomnosť fistulovaných zvierat, od ktorých získavame bachorovú tekutinu. V ktorej samotný proces

stanovenia prebieha. Proces, analytický postup a samozrejme aj získané výsledky do veľkej miery ovplyvňuje presnosť. Počnúc už prvotným navažovaním krmiva, presnosť sa musí dodržiavať v rozmedzí len niekoľkých desiatín percenta od hmotnosti deklarovanej výrobcom analyzátora. Rovnako je potrebné všímať si aj faktory ako sú dodržiavanie teploty v inkubátore a koncentrácia jednotlivých roztokov. Výhodou tejto metódy je že naraz dokážeme analyzovať až 100 vzoriek, čo do značnej miery vylučuje možné chyby pri postupe a príprave vzoriek na inkubáciu. Taktiež pri nechcenej deštrukcii vzorky, vytvorením záložných resp. paralelných pokusov môžeme dokončiť analýzu bez toho aby sme boli nútený celý proces zopakovať.

# 1. PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1 Nutričný význam živín

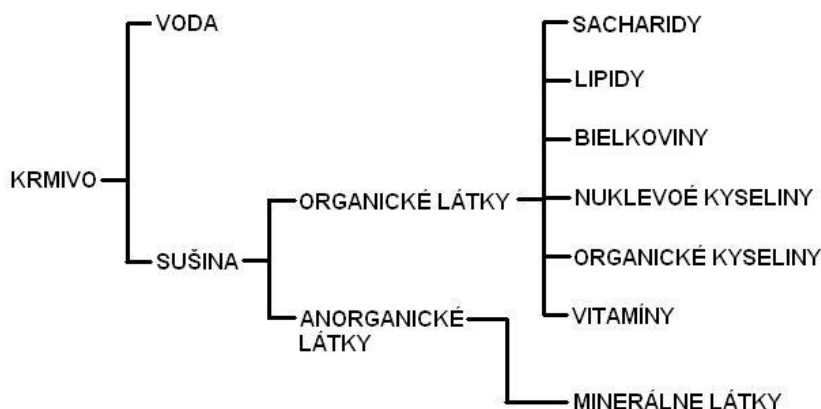
KOVÁČ et al., (1989) definovali živiny ako biologicky významné látky, nevyhnutné pre výživu zvierat. Ich zdrojom sú krmivá. V živinách krmiva získava živočíšny organizmus materiál pre tvorbu telesnej hmoty a živočíšnych produktov, alebo z nich vytvára energiu potrebnú pre životné pochody. Krmivo sa stáva základom pre metabolizmus látok v tele zvierat. Proces asimilácie a disimilácie živín je jednotným dialektickým procesom látkovej premeny, ktorý je charakteristický pre život vôbec.

Podľa KROUTILÍKA et al., (1988) pod pojmom živiny rozumieme látky ktoré zvieratá získava z vonkajšieho prostredia na zabezpečenie svojho látkového metabolizmu.

Krmivá sú produkty rastlinného, živočíšneho alebo minerálneho pôvodu, ktoré zvieratá trávia a využívajú nielen na zachovanie svojich životných potrieb ale aj na rast, ich dobrý zdravotný stav, reprodukciu a úžitkovosť. Krmivá sú v prevažnej miere rastlinného pôvodu. Vyrábajú sa na účely kŕmenia, prípadne sa získavajú ako zvyšky pri spracovaní (BÍRO et al., 2008).

MCDONALD et al., (1988) uvádzajú že pod pojmom živiny rozumieme materiál, ktorý je po požití zvieratami strávený, absorbovaný a zužitkovaný.

Obrázok 1 Zloženie krmiva



(MCDONALD et al., 1988)

Z hľadiska biochemickej funkcie a fyziologického účinku rozdeľujeme živiny do týchto skupín:

Energetické živiny (sacharidy, tuky)

Stavebné živiny

- organické (bielkoviny)
- anorganické (minerálne látky, voda)

Biologicky účinné látky

- vlastného organizmu (enzýmy, hormóny)
- obsiahnuté v krmivách (vitamíny, mikroelementy, enzýmy, fytohormóny, fytoncídny)

Iné látky krmív (lignín, farbivá, alkaloidy a i.) (Kováč et al., 1994).

V súčasnej dobe narastá dopyt po krmivách z vyšším obsahom energetických živín pre zvieratá. Zvýšené náklady na produkciu krmív čoraz viac nútia hľadať lacnejšie alternatívy vysoko energetických krmív. Suché arídne oblasti charakterizované nízkym úhrnom zrážok, s nízkou primárnou produkciou, nekultúrne trávy, sú však vhodným zdrojom pre malé prežúvavce ZIAEI et al., (2009).

Určenie krmnej dávky je dôležité z hľadiska splnenia a zabezpečenia potreby všetkých živín. V prípade že je množstvo energie v krmnej dávke dostatočné, zvierajú jej príjmom pokryje svoju energetickú potrebu (LEWIS, et al., 1987).

### 1.1.1 Organické živiny

**Tuky a oleje**, ktoré sú zložkami tel rastlín a živočíchov, sú dôležitým zdrojom uloženej energie. U zvierat ide o rozhodujúci zdroj energie. Ten môže predstavovať až 97 % živočíšneho tuku. Štruktúrnymi lipidmi v živočíšnych tkanivách sú v prevažnej miere fosfolipidy predstavujúce 0,5 – 1 % svalovej hmoty a živočíšnych tkanív, ale koncentrácia v pečeni je len 2 až 3 %. Nie sú rozpustné vo vode ale je ich možné rozpustiť v organických rozpúšťadlách, napr. benzén, éter a chloroform. Rastlinné a živočíšne tuky majú zhodnú hlavnú štruktúru a chemické zloženie, rozdielna je však ich fyziologická charakteristika. V minulosti boli prezentované ako súčasť bunkových membrán a ochranných povrchov málo prevyšujúcich 7 % sušiny krmiva. Teplota topenia tukov je zvyčajne taká, že už pri izbovej teplote sa stávajú kvapalnými (MCDONALD et al., 1988).

V jednotkovom objeme tuku obsahujú približne 2,25-krát viac energie v porovnaní s vodorozpustnými sacharidmi a bielkovinami. Stráviteľnosť samotného tuku je do značnej miery závislá od jednotlivých zložiek zdroja tuku (LEWIS, et al., 1987).

V živočíšnych orgánoch tvoria lipidy zdroj energie vo forme zásobného tuku. Ich podiel môže byť až 67 %. Ako štrukturálne lipidy v živočíšnych tkanivách sú predovšetkým fosfolipidy (0,5 – 1% svalové a tukové tkanivo). Význam tukov z výživárskeho hľadiska je:

- sú donorom uhlíka,
- nosičom kyseliny linolenej (organizmus nenasýtené masťné kyseliny s dvojitými väzbami nevie syntetizovať) ,
- sú nosičom vitamínov rozpustných v tukoch,
- ovplyvňujú vlastnosti zásobného tuku,
- sú dôležité pri zvyšovaní koncentrácie živín v kŕmnych dávkach,
- majú vysoký obsah energie (1g= 38,5 kJ),
- ochranná funkcia, zabezpečujú tepelnú izoláciu,

(HORNIAKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007).

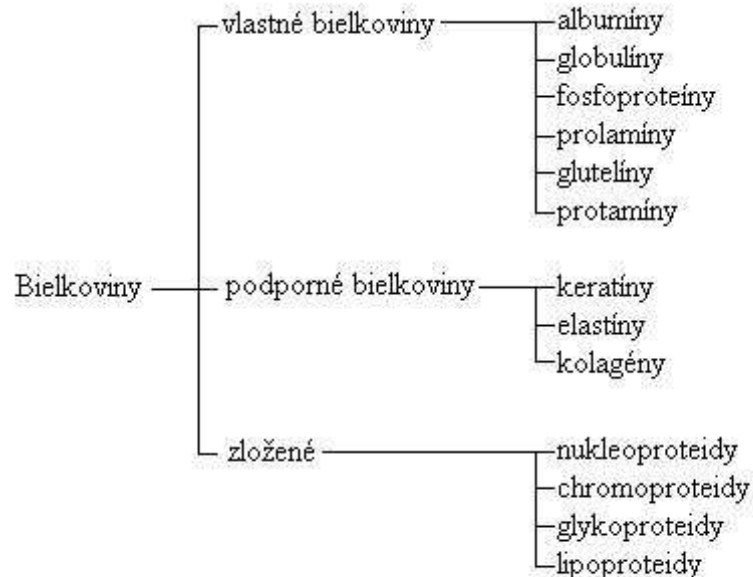
MERTIN A SŮVEGOVÁ (2003) uvádzajú o tukoch, že sú významným zdrojom energie a v organizme tvoria aj energetickú rezervu. Chránia citlivé orgány, pomáhajú pri termoregulácii, sú zásobárňou vitamínov rozpustných v tukoch a súčasťou bunkových membrán. Niektoré nenasýtené masťné kyseliny sú nepostrádateľnou zložkou kŕmnej dávky, nakoľko ich organizmus nedokáže sám syntetizovať (kyselina linolová, linoléová a arachnidónová).

**Bielkoviny** sú vysokomolekulárne látky, ktoré zabezpečujú organizmus zvierat potrebnými aminokyselinami na zachovanie telesnej hmoty, rastu a špecifickej produkcie. Základnými stavebnými zložkami bielkovín sú aminokyseliny. Na stavbe rastlinných a živočíšnych bielkovín sa všeobecne podieľa 20 aminokyselín. Zdrojom plnohodnotných bielkovín sú predovšetkým živočíšne bielkoviny. Pomerne priaznivé zloženie majú aj bielkoviny extrahovaných šrotov, olejní, kvasníc a strukovín. Biologická hodnota bielkovín v zrninách je nízka (20-30%) (BÍRO et al., 2008).

Bielkoviny sú komplexom organických zložiek s vysokou molekulovou hmotnosťou. Bežne so sacharidmi a tukmi obsahujú uhlík, vodík a kyslík, a obvykle aj síru. Bielkoviny nachádzame v živých bunkách, kde sa bezprostredne zúčastňujú na všetkých aktivitách tykajúcich sa života bunky. Každý druh má vlastné špecifické bielkoviny, jednoduchý organizmus vlastní rozličné množstvo bielkovín vo svojich bunkách a tkanivách. Schematické znázornenie trávenia bielkovín u prežúvavcov uvádzame v prílohe (obrázok 5). Zaujímajú medzi ostatnými živinami významné postavenie. Nachádzajú sa v každej bunke a sú najdôležitejšou súčasťou protoplazmy. Sú nenahraditeľné pri tvorbe enzýmov, hormónov a aj pri tvorbe živočíšnych produktov. Bielkovinová povaha majú aj mnohé ochranné látky. Na

vytvorenie vlastných bielkovín musí mať živočíšny organizmus k dispozícii všetky potrebné aminokyseliny v dostatočnom množstve. Niektoré si nedokáže vytvoriť sám, teda musia byť zastúpené v kŕmnej dávke. Sú teda z hľadiska kŕmnej dávky nepostrádateľné alebo esenciálne (KROUTILÍK et al., 1988).

Obrázok 2 **Rozdelenie bielkovín**



(HORNIÁKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007)

Bielkoviny sú vysokomolekulárne látky, ktoré zabezpečujú organizmus zvierat potrebnými aminokyselinami na zachovanie telovej hmoty, rastu a špecifickej produkcie. Plnia v organizme funkciu štruktúrnu, metabolickú a energetickú.

- Štruktúrna funkcia je spojená, s podpornými bielkovinami, ktoré sú súčasťou keratínov, elastínov a kolagénov vo svaloch, v koži a vo vlasoch.
- Metabolická funkcia spočíva v pôsobení bielkovín ako katalyzátora chemických reakcií pri trávení (enzýmy), pri ochrane organizmu (antilátky) a pri endokrínnej kontrole (inzulín, hormóny).

Energetická funkcia niektoré AMK môžu zvýšiť energetickú hodnotu cez glykolýzu a môžu byť použité na tvorbu glukózy (HORNIÁKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007).

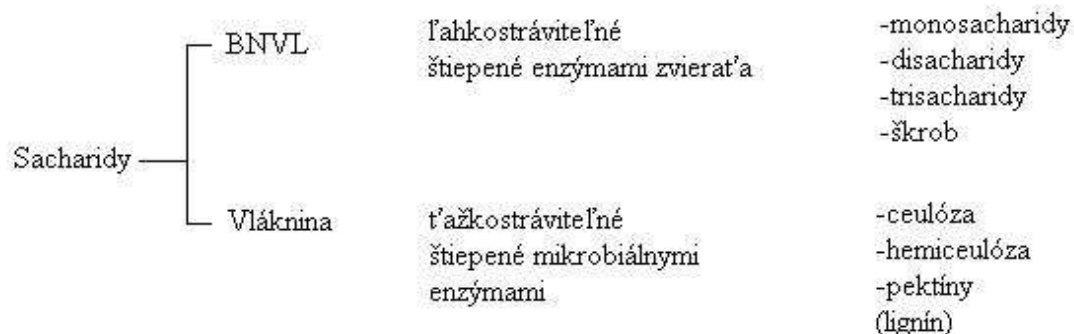
**Sacharidy** sa rozdeľujú do dvoch skupín a to na cukry a necukry. Jednoduchými cukrami sú monosacharidy, ktoré rozdeľujeme do podskupín: triózy, tetrózy, pentózy, hexózy, a heptózy. Triózy a tetrózy vystupujú ako významný podmieňujúci prvok pri metabolizme ďalších sacharidov (MCDONALD et al., 1988).



Sacharidy sú v prírode najrozšírenejšie organické zlúčeniny. Vytvárajú ich zelené rastliny vo fotosyntéze. Predstavujú hlavný zdroj energie, len v menšej miere sa zúčastňujú iných funkcií. V krmivách sú zastúpené monosacharidy (glukóza, fruktóza, galaktóza), ďalej aj disacharidy (maltóza, sacharóza) a polysacharidy (škrob, celulóza). Z hľadiska výživy zvierat má dôležitý význam priestorové usporiadanie glukózy v disacharidoch a polysacharidoch. Spojenie alfa-glukózy je pre vyššie zvieratá priaznivé, pretože majú zodpovedajúce enzýmy. Naproti tomu kombinované molekuly beta-glukózy sú hydrolyzovateľné len pomocou bakteriálnych enzýmov, pretože vyššie zvieratá neprodukujú nijaké beta-glukozidázy. Využitie celulózy zvieratami komplikujú látky, ktoré ju sprevádzajú. Patrí k nim predovšetkým lignín, ktorý môže v krmivách dosiahnuť až 25 % (KROUTILÍK et al., 1988).

Sacharidy slúžia zvieratám ako pohotovostný zdroj energie. Ich energetická hodnota je v priemere  $17,2 \text{ kJ.g}^{-1}$ . V živočíšnom organizme sú sacharidy zastúpené hlavne glukózou a glykogénom tvoria menej ako 1 % z hmotnosti zvierat (HORNIÁKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007).

Obrázok 3 Rozdelenie sacharidov



(HORNIÁKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007)

Sacharidy tvoria 50-80 % biomasy rastlín. Majú dôležitú úlohu v primárnom metabolizme, prenose energie, zásobách aj v stavbe štruktúry rastliny. Pre prežúvavce sú hlavným zdrojom energie v krmive, uvoľňované cca. z 90 % v bachore. Štrukturálne sacharidy zaisťujú normálnu funkciu bachora, stimulujú žuvanie, slinenie, prispievajú k pufrovacej kapacite bachora. Sacharidy sú delené na štruktúrne a neštruktúrne. Neštruktúrne môžeme rozdeliť na zásobné, transportné a metabolické (KOVÁČ et al., 1994).

Neštruktúrne sacharidy sú veľmi rýchlo a kompletne fermentovateľné bachorovými mikroorganizmami a predstavujú podstatný zdroj pohotovej energie pre prežúvavce. Sú dôležitým činiteľom ovplyvňujúcim konzerváciu a uchovávanie krmív. V prípade, že počiatočný obsah neštruktúrnych sacharidov je príliš nízky k tomu aby sa dosiahlo stability

siláže, nastupujú sekundárne fermentačné reakcie, prejavujúce sa nakoniec v stratách na kvalite. Obsah vodorozpustných sacharidov ovplyvňuje chuťnosť (MCDONALD et al., 1988).

Celulóza patrí k nerozvetveným štruktúrnym polysacharidom, vytvára polymerizačné stupne tzv. makrofibrily resp. fibrily, ktoré sú základnou zložkou bunkových stien rastlín (KROUTILÍK et al., 1988).

Hemicelulóza tvorí zmes polysacharidov ktorých základnými stavebnými jednotkami sú monosacharidy. Hemicelulóza a celulóza tvoria prímes v štruktúre vytváratej celulózu (HORNIÁKOVÁ, PAJTÁŠ, 2007).

Lignín je po celulóze druhou najrozšírenejšou substanciou. Aj napriek tomu, že ide o polysacharid, ovplyvňuje do značnej miery stráviteľnosť krmív (KOVÁČ et al., 1990).

Neutrálne detergentná a acidofilná vlákna reprezentuje komponenty štruktúrnych sacharidov a lignínu, ktoré musia byť prežúvané, aby došlo k redukcii ich veľkosti pri jej následnej trávení. Krmivá s vyšším obsahom neutrálne detergentnej a acidodetergentnej vlákniny vyžadujú viacnásobné prežúvanie, než krmivá s menšou veľkosťou častíc (MCDONALD et al., 1988).

**Tuky** sú estery trojfunkčného glycerolu s rozličnými masnými kyselinami. V tukoch vo všeobecnosti prevládajú **masné kyseliny** s párnym počtom uhlíkov. Z nasýtených kyselín je to kyselina palmitová a kyselina steárová, z nenasýtených je najmä kyselina olejová. Vzájomný pomer nasýtených a nenasýtených kyselín rozhoduje o konzistencii tuku. V posledných rokoch sa na krmne účely používajú aj živočíšne tuky. Ich prídavok sa musí citlivo posudzovať vo vzťahoch k druhu a kategórii zvierat. Neúmerne dávky tuku nepriaznivo ovplyvňujú chuť, stráviteľnosť, prípadne spôsobujú vážne metabolické poruchy. Vyššie organizmy nedokážu vytvárať všetky masné kyseliny. Tie masné kyseliny, ktoré nedokážu syntetizovať, im treba dodávať v krmive. Organizmus sústreďuje tuk do určitých oblastí, ktoré označujeme ako tukové depá, napr. v podkožnom tkanive alebo v žltej kostnej dreni sa nachádza až 90 % tukov. S metabolizmom sacharidov úzko súvisia i niektoré organické kyseliny, ktoré sa objavujú vo väčšej miere v rastlinných krmivách. Pomerne široká škála sa nachádza v silážovanom krmive. Sú to kyselina mliečna, kyselina octová, kyselina maslová (v nekvalitnej siláži sa nachádza vo väčšom množstve), ďalej kyselina propionová, kyselina jantárová a ďalšie. V rastlinných krmivách je veľmi rozšírená kyselina šťaveľová, väčšinou vo forme vápenatej soli, ktorú najmä monogastričné zvieratá slabo zužitkujú (MCDONALD et al., 1988).

### 1.1.2 Anorganické živiny

Minerálne látky sú pre zvieratá nepostrádateľnými živinami, v organizme sa netvoria.

Ich význam môžeme formulovať takto :

- a) zúčastňujú sa na výstavbe tkanív,
- b) zúčastňujú sa na regulácii osmotického tlaku,
- c) zúčastňujú sa na udržaní acidobázickej rovnováhy,
- d) zasahujú do látkového metabolizmu ako nevyhnutná súčasť enzýmov, vitamínov a hormónov,
- e) sú zložkou živočíšnych produktov (mlieka , vajec, peria, vlny atď.)
- f) minerálne látky delíme na makroelementy a na mikroelementy (BÍRO et al., 2008).

**Vápnik** zúčastňuje sa na zrážaní krvi a mlieka, na aktivácii niektorých enzýmov, na činnosti svalov a nervovej sústavy, ovplyvňuje aj odolnosť organizmu proti niektorým chorobám a čiastočne eliminuje následky nadbytku draslíka a horčíka (KROUTILÍK et al., 1988).

Vápnik je stálou zložkou organizmu rastlín a živočíchov. Z minerálnych látok sa vyskytuje v najväčšom množstve u živočíchov. Obsah vápnika v organizme dospelých zvierat sa podieľa na 1,2-1,5 % celkovej hmotnosti, resp. 3,5-4 % v prepočte na sušinu. Najviac vápnika je uloženého v kostiach a to 97-99 % z celkového obsahu v tele. Z krmív, bohatých na vápnik sú viacročné krmoviny (lucerna siata, ďatelina lúčna), strukoviny a kŕmne kvasnice. Zo živočíšnych krmív vysoký obsah vápnika obsahujú kostné a rybie múčky, mlieko a mliečne výrobky (BÍRO et al., 2008).

**Fosfor** má oveľa viac známych funkcií v živočíšnom tele ako je tomu pri ostatných minerálnych prvkoch. Najviac jeho výskyt v fosfoproteinových nukleových kyselinách, v základných fosfolipidoch zohráva významnú úlohu pri energetickom metabolizme vo formovaní z cukornatých fosfátov a ATP, ADP (MCDONALD et al., 1988).

Fosfor je jedným zo základných štruktúrnych prvkov. Má dôležitú úlohu pri metabolizme bielkovín, tukov, sacharidov a minerálnych látok. Organizmus zvierat obsahuje 0,6-0,7 % fosforu resp. 1,9-2,5 % po prepočte na sušinu. Asi 85% fosforu sa nachádza v kostiach, ktorým dodáva pevnosť, 15 % sa nachádza v mäkkých tkanivách,. Potreba fosforu pre zvieratá je asi 0,6 % zo sušiny kŕmnej dávky (BÍRO et al., 2008).

**Draslík** je uložený vo svalovine v 86 %. Má dôležitú úlohu pri regulácii vnútrobunkového tlaku a acidobázickej rovnováhy. Organizmus zvierat obsahuje 0,18-0,27 % draslíka. Hlavným zdrojom draslíka sú hlavne kŕmivá rastlinného pôvodu a to zelené kŕmivá, predovšetkým intenzívne hnojené NPK (BÍRO et al., 2008).

Najväčšie množstvo **sodíka** v živočíšnom organizme je uložené v mäkkých tkanivách a telesných tekutinách. Rovnako ako draslík sa sodík zúčastňuje na acidobázickej rovnováhe telesných tekutín. Sodík je aktivátorom katiónov z krvnej plazmy a iných extracelulárnych tekutín z tela. Koncentrácia sodíka v bunkách je relatívne nízka, častice môžu byť premiestňované rýchlejšie draslíkom alebo horčíkom. Sodík hrá významnú úlohu pri prenášaní nervových vzruchov a v pohyblivosti cukrov z tráviaceho systému (MCDONALD et al., 1988).

Sodík nemá v živočíšnom organizme špecifickú funkciu, ale je dôležitý pre normálnu činnosť tkanív. Má zásadný význam pre udržanie osmotického tlaku. Dostatok sodíka obsahujú krmivá živočíšneho pôvodu a okopaniny, zatiaľ čo ostatné rastlinné krmivá majú sodíka nedostatok (BÍRO et al., 2008).

Horčík je úzko spätý s vápnikom a fosforom. Okolo 70 % z celkového množstva vápnika sa nachádza v kostre a zvyšok je rozložený v mäkkom tkanive a tekutinách. Horčík je spoločným aktivátorom enzýmov a čiastočne je dôležitý pri aktivácii fosfátov. Transferázy, dekarboxylázy a acetyl-transferázy (MCDONALD et al., 1988).

**Horčík** zvyšuje odolnosť organizmu, pretože ovplyvňuje jeho imunitu. Pri nedostatku horčíka sa zvyšuje koncentrácia protilátok. Organizmus zvierat obsahuje 0,035 % - 0,04 % horčíka a v prepočte na sušinu 0,1-0,13 % (BÍRO et al., 2008).

**Síra** sa nachádza vo všetkých tkanivách živočíšneho tela, najmä však v koži a v kožných útvaroch, preto má osobitný význam pre zvieratá, úžitkovo zameraných na produkciu vlny, kože alebo peria. Pri prežúvavcoch sa síra prejavuje v zlepšenom trávení celulózy i v tvorbe niektorých vitamínov skupiny B (KROUTILÍK et al., 1988).

**Železo** má životne dôležitú úlohu ako zložka krvného farbiva- hemoglobínu, ktorý umožňuje prenos kyslíka k bunkám a tkanivám tela (BÍRO et al., 2008).

Železo sa zúčastňuje na stavbe hemoglobínu, myoglobínu, ale aj mnohých enzýmov (napr. katalázy). Nedostatok železa sa výrazne prejavuje u mláďat. Značný obsah železa je v zelenom krmive, v sene, v otrubách a v živočíšnych múčkach (MCDONALD et al., 1988).

**Meď** ovplyvňuje metabolizmus železa. Je nevyhnutná pri stavbe mnohých enzýmov. Nachádza sa napr. v tyrozináze, enzým ktorý katalyzuje vznik čierneho farbiva (melanínu) z tyrozínu. Meď nepôsobí v organizme izolovane, ale často je vo vzťahu s inými látkami, napr. účinným antagonistom medi je molybdén. Vysoký obsah medi majú výlisky (KROUTILÍK et al., 1988).

Meď má úzky vzťah k využitiu železa pri tvorbe hemoglobínu červených krviniek. Zúčastňuje sa na procesoch vzniku kostí, spolu so železom na obranných funkciách organizmu, na pigmentácii a keratinizácii srsti (BÍRO et al., 2008).

**Mangán** je v živočíšnom organizme zastúpený minimálne. Veľké množstvo častíc obsahujú tkanivá, najvyšší obsah je v kostiach, pečeni, obličkách, pankrease. Je dôležitý v živočíšnom organizme ako aktivátor enzýmov, aktivačnými účinkami sa podobá magnéziu v aktivácii fosfo-transferázy a dekarboxylázy (MCDONALD et al., 1988).

Mangán je aktivátorom syntézy cholesterolu a reakcií s účasťou ATP. Má vplyv na rast rozmnožovanie, tvorbu krvi a na funkciu endokrinných žliaz (BÍRO et al., 2008).

**Zinok** môžeme nájsť vo všetkých tkanivách živočíšneho organizmu. Kumuluje sa v kostiach, neskôr v pečeni, ktorá je hlavným zberným orgánom aj iných prvkov. Najvyššia koncentrácia bola zistená v koži, chlupoch a vlne zvierat. Poznáme niekoľko enzýmov obsahujúcich zinok napríklad tiamínkináza, pankreatická karbopeptidáza, mliečna dehydrogenáza (KROUTILÍK et al., 1988).

**Zinok** má v organizme veľa funkcií. Pôsobí na rast, vývin a reprodukčné schopnosti. Je aktivátorom enzýmov. Zúčastňuje sa aj na metabolizme sacharidov, bielkovín a tukov (BÍRO et al., 2008).

**Selén** a jeho biochemický význam v živočíšnom organizme bol dokázaný v r. 1973, kedy bol objavený ako súčasť glutation peroxidázy, ako enzýmy katalyzujúceho odštiepenie z hydrogén-peroxidázy (MCDONALD et al., 1988).

**Fluór** sa v nepatrnom množstve nachádza vo všetkých tkanivách a orgánoch živočíchov. Najviac je zastúpený v zubnom emaili. Je dôležitou zložkou fluorapatitov, ktoré dodávajú pevnosť kostre a zubom (BÍRO et al., 2008).

**Jód** je súčasťou hormónu štítnej žľazy, prostredníctvom neho zasahuje výrazne do látkového metabolizmu, a tým všestranne aj do úžitkovosti zvierat (BÍRO et al., 2008).

Nedostatok **molybdénu** je pri zvieratách zriedkavý. Častejšie je nebezpečenstvo prebytku toho prvku, pričom sa znižuje úžitkovosť, zvieratá trpia silnými hnačkami, chudnú a pod. Molybdén je antagonistom medi, preto jeho pridaný prebytok možno neutralizovať zvýšenou dávkou medi (KROUTILÍK et al., 1988).

Obsah minerálnych látok v krmivách je značne variabilný. Závisí predovšetkým od druhu krmiva, vegetačnej fázy v čase zberu a pôdno ekologických podmienok. Všeobecne sú však krmivá zdrojom len malého spektra minerálnych látok. Krmivá sú z pravidla zdrojom 2-3 minerálnych prvkov (BÍRO et al., 2008 a Gálik et al., 2009).

## 1.2 Krmivá ako zdroj živín

### 1.2.1 Objemové krmivá

Objemové krmivá predstavujú významnú časť krmovínovej základne pre hospodárske zvieratá, predovšetkým pre prežúvavce a kone. Sú charakteristické vysokým obsahom vody (okrem suchých objemových krmív) a vysokým obsahom hrubej vlákniny (spravidla nad 17 %). Koncentrácia živín v objemových krmivách je nízka a ich výživná hodnota priemerná (v porovnaní s jadrovými krmivami). Aj napriek tomu sú z nutričného a fyziologického hľadiska významné, predovšetkým vo výžive prežúvavcov, ktoré sú schopné využiť aj krmivá s vyšším obsahom vlákniny. Pre vyšší obsah vody majú objemové krmivá obmedzenú skladovateľnosť a preto je ich potrebné vhodným spôsobom uchovať, t.j. konzervovať, (GÁLIK, et al., 2008).

Výživnú hodnotu objemových krmív ovplyvňuje značné spektrum faktorov. V porovnaní s jadrovými krmivami sú objemové krmivá podstatne odlišné. Ich výživná hodnota sa významne mení v priebehu vegetačného obdobia, dochádza k značným zmenám v obsahu tak organických, ako aj anorganických živín. Zelené a čerstvé objemové krmivá sa vyznačujú vyšším obsahom vody a teda sú podmienene skladovateľné a trvanlivé. Z toho dôvodu sa okrem priameho skrmovania konzervujú silážovaním, alebo sušením

Obsah živín v silážach nepodlieha počas skladovania takým zmenám ako v zelených rastlinách počas vegetácie, čo je dôležité pre stabilitu obsahu živín v krmných dávkach (BÍRO, 1995).

Tabuľka 1 Obsah živín v zelenej hmote v kukuričnej siláži

	Hybrid kukurice		
	S.C 704		T.W.C 647
	1/3 zrelosti	Mliečnej zrelosti	2/3 Mliečnej zrelosti
Zelená hmota			
Sušina %	22,57	26,86	30,58
OH* (%S*)	92,17	90,55	93,51
NL* (%S*)	9,34	8,42	6,37
NDF* (% NDF)	45	46,8	45,2
ADF* (%NDF)	27,05	23,38	25,1
Celulóza (% NDF)	25,8	26,5	6,49
pH	6,3	6,4	5,8

OH\*- organická hmota, S\*- sušina, NL\*- dusíkaté látky, NDF\*- neutrálna detergentná vláknina, ADF\*- acidofilná detergentná vláknina, (FOROUZMAND et al., 2005)

Testovaním 3 objemových a 3 jadrových krmív, zistili (Kováčová et al., 2003) že: množstvo N- látok krmiva, ktoré sa dostane do tenkého čreva prežúvavcov, závisí od celkového obsahu N- látok v krmive a ich degradovateľnosti v bachore. Testované vzorky mali rôzny obsah dusíkatých látok od 68,9 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (kukuričná siláž) do 515,23 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (sójový extrahovaný šrot). Obsah organickej hmoty sa pohyboval od 927,33 g.kg<sup>-1</sup> do 985,4 g.kg<sup>-1</sup> sušiny.

Tabuľka 2 **Obsah živín v krmivách (g.kg<sup>-1</sup> sušiny)**

<b>Krmivo</b>	<b>Sušina</b>	<b>Dusíkaté látky</b>	<b>Vláknina</b>	<b>Popol</b>	<b>Organická hmota</b>
<b>Kukuričná siláž</b>	349	68,9	201,5	43,4	956,6
<b>Miaganá kukurica</b>	869,7	98,2	29,7	18,4	981,6
<b>Šrotovaná kukurica</b>	873,9	92,2	22,4	14,6	985,4
<b>Ext. Sójový šrot</b>	893	512,2	41,9	72,7	927,3

(KOVÁČOVÁ et al., 2003)

### 1.2.2 Konzervované krmivá

Podstatou konzervovania je značné alebo úplné zamedzenie nežiaducej enzymatickej a mikrobiálnej činnosti v krmive a jeho účelom je uchovanie pôvodnej biologickej hodnoty a jeho uskladnenie na dlhšiu dobu pri čo najnižších stratách živín (Bíro, et al., 2008).

Podľa BARTALSKÉHO A PROKEŠA (2001) je profil kvalitnej kukuričnej siláže nasledovný:

- obsah energie 6,6 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny NEL,
- obsah škrobu 30 % v sušine, obsah škrobu v zrne 55% v sušine,
- obsah cukru 5 % v sušine,
- obsah vlákniny 20 % v sušine,
- obsah popola 5 % v sušine,
- podiel zrna 55 % v sušine,

Dôležitý ukazovateľ kvality krmív pre prežúvavce je efektívna degradovateľnosť živín v bachore, ktorú charakterizuje zásobovanie zvierat, ale i bachorových mikroorganizmov energiou a dusíkom. Preto je dôležité zosúladienie fermentácie sacharidov a zdrojov dusíka (ČEREŠŇÁKOVÁ et al., 2003).

Medzi hlavné výhody výroby konzervovaných krmív patria:

- krmivá možno zberať pre konzerváciu v optimálnom štádiu zrelosti,
- obsah živín v konzervovaných krmivách nepodlieha počas ich skladovania zmenám ako zelené krmivo,
- skrmovanie konzervovaných krmív nezávisí od ročného obdobia,
- konzervovanie krmív umožňuje vytvorenie určitej rezervy,
- dostatočné množstvo kvalitných konzervovaných krmív umožňuje zabezpečiť celoročne vyrovnané kŕmenie (BÍRO, et al., 1995).

Tabuľka 3 **Obsah živín (%) v sušine kukuričných siláží**

Sušina %	N-látky	Hrubý tuk	BNVL	Vláknina	Popoloviny
12,5	13,6	3,5	35,6	33,8	13,5
14,6	10,5	5,9	41,5	32,5	9,6
19,3	9,5	6,1	46,4	31,8	6,2
23,9	6,6	1,8	54,2	30,7	6,7
26	8,8	2,5	57,8	24,9	6
27,9	8,3	4,1	58,8	23,6	5,2
31,2	8,1	2,9	58,1	25	5,9

BNVL- bezdusíkaté látky výťažkové, N-látky – dusíkaté látky

(ŠKULTÉTY et al., 1975)

SOMMER et al.,(1994) publikovali, že kukurica na siláž v závislosti od štádia zberu obsahuje v 1 kg sušiny 5,92-6,52 MJ netto energie laktácie (NEL), 5,97 až 6,65 MJ netto energie výkrmu (NEV), 41-59 g skutočne stráviteľných dusíkatých látok v tenkom čreve prežúvavcov (PDIN, PDIE) , 61-65g PDIE, 69-98g N-látok a 198 až 270 g vlákniny.

Tabuľka 4 **Obsah živín v kukuričnej siláži**

Zberové štádium	Pôvodná sušina	Obsah živín g. kg <sup>-1</sup> sušiny					ZP	Deg %
<b>v kvete</b>	185	5,92	59	65	98	270	9,9	75
<b>mliečna</b>	235	6,21	48	63	80	226	7,7	74
<b>mliečno-vosková</b>	290	6,35	45	63	75	203	7	73
<b>vosková zrelosť</b>	325	6,48	42	62	70	200	6,4	72

ZP- zlučovací pomer, Deg- stráviteľnosť

(DEBRECÉNI et al.,1995)

SOMMER, (2001) uvádza, že výživná hodnota kukurice je veľmi rozdielna. Obsah látok v sušine ovplyvňuje štádium zrelosti.



Tabuľka 5 Zmeny obsahu živín počas procesu silážovania kukurice (%)

Živiny	Silážovaná kukuričná hmota	Siláž po 10 dňoch od začiatku skladovania	Siláž po 6 mesiacoch od začiatku skladovania
<b>N- látky</b>	7,23	7,95	7,72
<b>z toho : bielkoviny</b>	6,66	5,71	4,84
<b>amidy</b>	0,57	2,24	2,88
<b>Tuk</b>	2,64	2,34	2,69
<b>Vláknina</b>	23,4	24,66	24,46
<b>BNVL</b>	59,55	57,56	58,36
<b>Popoloviny</b>	7,18	7,49	8,77

BNVL- bezdusíkaté látky výťažkové

(ŠKULTÉTY, 1975)

JURÁČEK et al., (2004) testovali hybridy kukurice na siláž s rôznym číslom FAO, ktoré boli zberané v štádiu voskovej zrelosti zrna pri výške strniska 15 cm. V silážach vzoriek zistili obsah sušiny od 388,2 g.kg<sup>-1</sup> do 400,4 g.kg<sup>-1</sup>. Obsah dusíkatých látok (NL) kolísal od 81,2 do 87,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Obsah bezdusíkatých látok výťažkových s narastajúcim číslom FAO stúpal, najvyšší obsah bol 690,4 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Obsah popola a organickej hmoty bol vyrovnaný. Obsah NEL sa pohyboval od 6,32 do 6,35 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny, pričom najvyššiu koncentráciu mal hybrid s číslom FAO 300. Z hľadiska obsahu skutočne stráviteľnosť dusíkatých látok v tenkom čreve prežúvavcov (PDIN a PDIE) u oboch frakcií zaznamenali najvyššie hodnoty pri hybride s číslom FAO 350.

Tabuľka 6 Obsah živín v lucernovej siláži (g.kg<sup>-1</sup> sušiny)

Ukazovateľ	Lucernová siláž
<b>NL</b>	165,1
<b>NDV</b>	484,8
<b>ADV</b>	348,7
<b>Tuk</b>	30,4

NL- dusíkaté látky,  
 NDV- neutrálna detergentná vláknina,  
 ADV- acidodetergentná vláknina,

(VAJDA, 2007)

### 1.2.3 Seno

Seno patrí medzi suché objemové krmivá rastlinného pôvodu. Výživnú hodnotu sena ovplyvňuje floristické zloženie porastu, rastová fáza v čase zberu, agrotechnické opatrenia, zvolená technológia výroby sena ako aj podmienky skladovania (BÍRO, et al., 2008)

Tabuľka 7 Obsah živín a výživná hodnota sena

Krmivo Seno	S [g]	NEL [MJ]	PDIN [g]	NL [g]	Tuk [g]	VI [g]	BNVL [g]	ZP
Ďatelina lúčna	857	5,31	89	143	24	288	452	16,8
Lucerna siata	863	4,87	100	167	19	341	381	20,5
Mätonoho mnohokvetý	860	5,84	84	137	29	283	447	14,4
Reznačka laločnatá	858	5,52	89	144	36	314	414	16,1
Lúčny porast TRĎ	875	4,86	69	107	21	354	452	14,0

S – sušina, NEL- netto energia laktácie, PDIN- skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve, NL- dusíkaté látky, vl- vlákna, BNVL- bezdusíkaté látky výťažkové, ZP- zlučovací pomer (PETRIKOVIČ et al., 2000)

Seno je suché objemové krmivo s vysokým obsahom sušiny (nad 830 g.kg<sup>-1</sup>) a vysokým obsahom vlákny v rozpätí od 200 do 460 g.kg<sup>-1</sup> sušiny, v závislosti od druhu a zberového štádia. Počas vegetácie sa v neskorších vegetačných štádiách znižuje podiel lístkov, čím sa podstatne zvýši obsah vlákny, čo negatívne ovplyvňuje jeho výživnú hodnotu (SOMMER, 2000).

Seno je to zelený krm usušený prirodzeným spôsobom. S pokosenej hmoty sa snažíme zbaviť sa prebytočnej vody, čím sa zvýši sušina ktorá je základnom konzervácie sena z možnosťou dlhodobého skladovania. Obsah vody poklesne na 9-10% (KOVÁČ, et al., 1994).

### 1.2.4 Siláž

Výživná hodnota produkovanej siláže je závislá v prvom rade od druhu, odrody, hybridu, podmienok stanovišťa, spôsobu zberu a taktiež iných činiteľov, ako aj od zmien vyplývajúcich z aktivít mikroorganizmov epifytnej mikroflóry počas skladovania krmív (MCDONALD et al., 1988).

Siláže sú šťavnaté objemové krmivá, konzervované predovšetkým kyselinou mliečnou, ktorá vzniká vo fermentačnom procese za anaeróbných podmienok. Do tejto skupiny patria siláže jednak sacharidového charakteru (napr. kukuričná siláž, siláže z hustosiatych obilnín, trávne siláže) ako aj siláže bielkovinového charakteru (napr. siláže s vyšším obsahom sušiny ako je lucernová siláž, ďatelinová siláž) (BÍRO et al., 2008).

Tabuľka 8 Výživná hodnota siláží z rôznych hybridov

Hybrid	FAO 300			FAO 350			FAO 300( Franki)		
	x	s	v	x	s	v	x	s	v
<b>Sušina</b>	400	8,78	2,2	388,2	6,41	1,65	400,4	4,01	1
<b>NL*</b>	87	0,32	0,37	87,3	0,81	0,93	81,2	0,61	0,75
<b>Tuk</b>	29,9	0,64	2,13	29	2,01	6,92	35,6	4,28	12,01
<b>VL*</b>	165,7	5,97	3,6	154,8	15,72	10,16	166	4,91	2,96
<b>Popol</b>	33,5	1,33	3,98	38,5	3,37	8,75	35,4	1,92	5,42
<b>BNVL*</b>	684	5,7	0,83	690,4	15,35	2,22	681,8	8,72	1,28
<b>OH*</b>	966,5	1,33	0,14	961,5	3,37	0,35	964,6	1,92	0,2

NL\* - dusíkaté látky , VL\* - vlákna, BNVL\*- bez dusíkaté látky výťažkové, OH\*- organická hmota, x- priemer, s- odchýlka, v- rozptyl  
(JURÁČEK et al., 2004)

Kukuričná siláž je typických sacharidovým krmivom. Využíva sa ako energetický komponent do krmných dávok. Kvalitná kukuričná siláž má obsah sušiny 300-380 g.kg<sup>-1</sup> (BÍRO et al., 1995).

Pri obsahu živín pod 300 g.kg<sup>-1</sup> sa vytvárajú priaznivé podmienky pre rozvoj nežiaducej mikroflóry, vo fermentačnom procese a zároveň sa zvyšujú straty živín odtokom silážnych štiav (BÍRO et al., 2008).

### 1.3 STRÁVITEĽNOSŤ OBJEMOVÝCH KRMÍV

ČEREŠŇÁKOVÁ et al., (1996) popísali stráviteľnosť živín krmiva. Zatiaľ čo bunkový obsah je stráviteľný na 100 %, úroveň stráviteľnosti bunkových stien je rozdielna. Stráviteľnosť organických látok má negatívny vzťah k NDF, ADF a hemicelulóзам. Významný záporný vzťah bol objavený medzi stráviteľnosťou organickej hmoty a obsahu NDF.

Tabuľka 9 Koefficienty stráviteľnosti kukuričnej siláže

	Obsah sušiny (g.kg <sup>-1</sup> )			
	20	25	30	35
<b>N-látky</b>	42	54	55	53
<b>Tuk</b>	70	80	89	82
<b>BNVL*</b>	71	76	77	76
<b>Vlákna</b>	62	63	64	65

BNVL\*- bezdusíkaté látky výťažkové, N- látky- dusíkaté látky

(VRZAL, LOUČKA, 1998)

ŠKULTÉTY et al., (1975) uvádzajú, že stráviteľnosť živín kukuričnej siláže je spravidla o niečo nižšia než stráviteľnosť živín zelenej kukurice. Vhodným prídavkom nebielkovinových dusíkatých látok k zelenej hmote kukurice v čase silážovania možno zvýšiť stráviteľnosť živín kukuričnej siláže takmer na úroveň stráviteľnosti živín pôvodnej zelenej hmoty. Stráviteľnosť krmiva ovplyvňuje aj obsah vlákniny. So zvyšujúcim sa obsahom vlákniny sa stráviteľnosť znižuje, čo sa nevzťahuje len na vlákninu ale aj ostatné živiny. Táto skutočnosť je mimoriadne významná pri objemových krmivách, v ktorých sa s postupujúcim vegetačným štádiom zvyšuje aj obsah vlákniny. Pri skrmovaní kukuričných siláží, ktoré sa pripravili z kukurice zberanej v neskoršom vegetačnom štádiu sa vplyv vlákniny na celkovú depresiu trávenia vzhľadom na nepriaznivý obsah vlákniny nie je taký významný ako napríklad pri siláži z ďatelinovín. Z hľadiska stráviteľnosti živín kukuričných siláží má najväčší význam obsah sušiny.

Tabuľka 10 **Koeficienty stráviteľnosti živín v siláži**

<b>Živiny</b>	<b>Stráviteľnosť v %</b>
<b>N- látky</b>	48-60
<b>Vláknina</b>	45-62
<b>Tuky</b>	77-86
<b>BNVL*</b>	69-78
<b>Organická hmota</b>	64-74

BNVL\*- bezdusíkaté látky výtlačkové, N- látky- dusíkaté látky

(MARKO et al.,1996)

Stráviteľnosť je limitujúci faktor výživnej hodnoty krmiva. Stráviteľnosť vymedzuje pomer medzi obsahom živiny a energie, tieto sú využiteľné pre zvieratá. Chemické zloženie krmiva poskytuje informácie o fyzikálnych vlastnostiach a kvalite krmiva používa sa na odvodenie stráviteľnosti a očakávaného prijímania potravy prežúvavcami (EXPERT COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION, 1986).

NOVÁK, (2006) udáva, že bez ľahko stráviteľnej energie z kukuričnej siláže sa nedá dosiahnuť riadne fungovanie bachora, aby bola zabezpečená výživa mikroorganizmov na produkciu mlieka.

JAMBOR, (2001) uvádza, že čím je rastlina staršia, tým obsahuje vyšší podiel škrobu, teda zvyšuje sa nutričná hodnota vo forme energie.

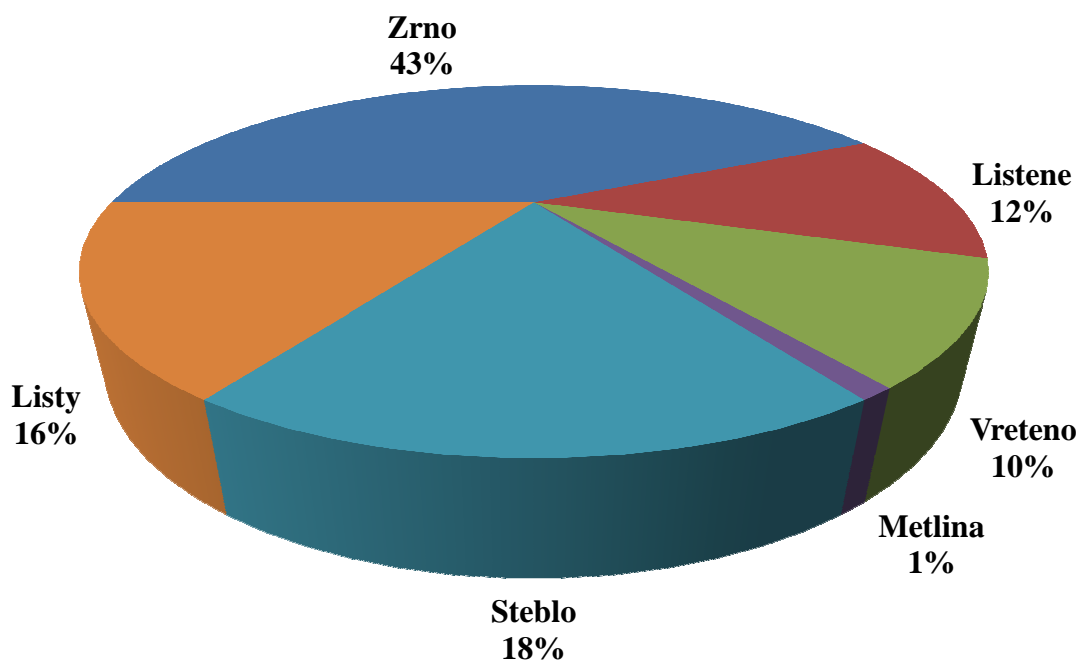
Tabuľka 11 **Obsah živín v % kukuričných silážach v pôvodnej sušine**

Živiny	Sušina %			
	22,25	25,64	29,67	32,63
<b>N- látky</b>	1,92	2,08	2,39	2,62
<b>Hrubý tuk</b>	1,84	1,68	1,38	1,93
<b>Vláknina</b>	4,57	4,97	5,09	5,88
<b>BNVL</b>	12,65	15,53	19,23	20,55
<b>Popoloviny</b>	1,27	1,38	1,58	1,65

BNVL- bezdusíkaté látky výťažkové N- látky- dusíkaté látky

(ŠKULTÉTY, et al.,1975)

**Graf 1** Podiel jednotlivých častí na rastline kukurice



(PADRŮNĚK, 2004)

KROUTILÍK et al. (1988) uvádzajú ako hlavné činitele ovplyvňujúce stráviteľnosť krmív:

- a) druh zvierat, plemeno, vek, pohlavie,
- b) zloženie, úprava, množstvo krmiva,

Mimoriadne dôležitým činiteľom je vek zvierat. Mláďatá nemajú kompletnú enzymatickú sústavu, takže sú schopné využiť len niektoré krmivá. Stráviteľnosť krmív je výrazne ovplyvňovaná chemickým zložením t.j. pomerom jednotlivých živín, najmä zastúpením celulózy a lignínu. Obsah N-látok v krmive pôsobí kladne na stráviteľnosť

pri všetkých druhoch zvierat. Naproti tomu nadmerné množstvo sacharidov spôsobuje pokles (depresiu) trávenia (HUNTON, 2007).

KOVÁČ et al., (1994) popisujú faktory vplyvajúce na stráviteľnosť nasledovne. Stráviteľnosť krmív ovplyvňuje druh zvierat, vek, individualita, druh krmív, obsah živín v krmivách, najmä vlákniny a bezdusíkatých látok výťažkových, ďalej zloženie krmných dávok, úprava krmív a krmnej technike

PAJTÁŠ et al., (2006) rozdeľujú faktory ovplyvňujúce príjem krmiva a stráviteľnosť do dvoch skupín:

- Faktory krmiva**
- a) technika kŕmenia,
  - b) technológia kŕmenia,
  - c) druh krmiva (chemické zloženie, kvalita, chutnosť),
  - d) úroveň výživy,
  - e) podmienky vonkajšieho prostredia,

- Faktory zvierat'a**
- a) individualita,
  - b) kondícia a zdravie,
  - c) zmyslové vnemy,
  - d) kapacita tráviacej sústavy,
  - e) CNS a hormóny.

### 1.3.1 Metódy zisťovania stráviteľnosti objemových krmív

KADLEC, (2008) metódy stanovenia stráviteľnosti rozdeľuje na:

1. metódy *in vivo* – (priamo na zvieratách) –
  - a) klasická
  - b) diferenčná
  - c) substitučná
2. metódy *in vitro* - metódy laboratórne
  - a) chemické analýzy
  - b) fyzikálno-chemické metódy

Klasická metóda - kvalitatívne sledujeme krmivá a obsah jednotlivých živín, sledujeme množstvo neprijateľného krmiva. Kvantitatívne zhromažďujeme výkaly:

$$KS = \frac{(mkr \times žkr) - (mvyk \times žvyk)}{(mkr \times žkr)} \times 100$$

KS ..... koeficient stráviteľnosti

m ..... množstvo krmiva v g

ž ..... % obsah živín v sušine

**Indikátorová metóda** - Stráviteľnosť sa zisťuje ako pomer zmeny množstva indikátora v živine a množstvo indikátora vo výkaloch. Ako indikátor využívame exoindikátory, ktorých vlastnosti sú nestráviteľné, nesmú ovplyvňovať trávenie, musia prechádzať tráviacim aparátom rovnako rýchlo ako krmivo, nesmú byť produkované ani rozkladané mikroorganizmy tráviaceho traktu, jednoducho a ľahko detekovateľné:

$$KS = 100 - \left( \frac{i_{kr} - ž_{kr}}{i_{vyk} - ž_{vyk}} \right) \times 100$$

i... obsah indikátora v sušine v%

ž.... % obsah živín v sušine

**Diferenčná metóda** – stanoví sa stráviteľnosť základnej dávky. Následne sa stanoví stráviteľnosť upravenej dávky, kde základná krmná dávka tvorí 70-80%, upravená dávka 20-30% (testované krmivo)

$$KS = \frac{(B \times (x + y)) - (A \times x)}{y}$$

A.... koeficient stráviteľnosti sledovanej živiny základnej krmnej dávky s malým podielom skúmaného krmiva

B.... koeficient stráviteľnosti sledovanej živiny druhej dávky (pokusnej) s vyšším podielom skúmaného krmiva

x.... podiel základnej dávky v sušine pokusnej dávky v %

y.... podiel skúmaného krmiva v sušine pokusnej krmnej dávky v %

**Substitučná metóda** - v základnej krmnej dávke sa vypočíta koeficient stráviteľnosti, ktorý má podobné parametre voči skúmanému krmivu. Táto metóda odstraňuje nevýhodu diferenčnej metódy (zmenou živín v pokusnej dávke dochádza k ovplyvňovaniu stráviteľnosti vplyvom zmeny pomeru živín).

Metódy *in situ*. Využíva sa metóda mobilných vrecúšok vložených do bachora alebo čreva. Inkubácia vzorky môže trvať (2, 4, 8, 12, 16, 24, 48 a 72 hodín) zistí sa stráviteľnosť organickej hmoty odčítaním množstva organickej hmoty pred a po pokuse.

Metódy *in vitro* Využíva sa inkubácia vzoriek v inkubátore, kde sa udržiava stála teplota a prostredie (stále prostredie však nesimuluje prostredie u zvieratá). Inkubáciou vzoriek v bachorovej tekutine môžeme stanoviť NDF a následne vypočítať stráviteľnosť organickej hmoty. Alebo na základe množstva vytváraného plynu vyjadriť stráviteľnosť.

Chemické analýzy - Stanovujeme ADF, NDF, ADL ďalej môžeme vypočítať stráviteľnosť organickej hmoty podľa KACEROVSKÉHO et al., (1989)

Odoberanie a následnú úpravu bachorovej tekutiny dokumentuje obrázok č 3: Odoberanie a úprava bachorovej tekutiny.

$$\%SOH = 0,98 \times (100 - NDF) + NDF \times \left(1,8008 - 0,966 \log\left(L \times \frac{100}{ADF}\right)\right) - 12,9$$

KROUTILÍK et al., (1988) uvádza, že meradlom stráviteľnosti je **koeficient stráviteľnosti**, ktorý sa zisťuje buď tzv. bilančným pokusom na zvieratách, alebo laboratórnou metódou. Princíp bilančného pokusu spočíva v tom, že zvieratú predkladáme presne známe množstvo živín a tak isto presne zisťujeme množstvo živín vo výkaloch. Z rozdielu obsahu živín v krmive a vo výkaloch sú vyčíslené stráviteľné živiny. Koeficient stráviteľnosti vypočítame podľa vzorca:

$$\text{koef. stráv.} = \frac{\text{množstvo živín v krmive} - \text{množ. živín vo výkaloch}}{\text{množstvo živín v krmive}} \times 100$$

Takto stanovený koeficient (presnejšie koeficient bilančnej stráviteľnosti) vyhovuje pre praktické použitie, ale pre vedecké štúdium nie je presný, pretože do výkalov zahŕňame aj tráviace šľavy, produkty mikrobiálnej činnosti, odlúpnuté epitely a pod. Ak chceme stanoviť koeficient skutočnej stráviteľnosti, musíme všetky tieto látky, ktoré nepochádzajú z potravy, odrátať.

Pri laboratórnych (*in vitro*) metódach určíme len koeficient stráviteľnosti dusíkatých látok. Ide vlastne o napodobenie pomerov v tráviacom ústrojenstve. Krmivo sa trávi pepsínom v roztoku kyseliny chlór vodíkovej pri teplote 39 °C (MAKKAR et al., 1993).



### 1.3.2 *In vivo* metódy

*In vivo* stanovenia sú drahé časovo náročné a realizácia tejto techniky je nepraktická pre rutinné analýzy (MOLINA et al., 1997).

BÍRO et al., (2008) rozdeľujú *in vivo* metódy do dvoch skupín. Klasická (priama) metóda sa používa pre stanovenie koeficientov stráviteľnosti živín takých krmív, ktoré sa môžu skrmovať samostatne. Podmienkou je, aby nebol narušený normálny fyziologický stav pokusných zvierat. Pokusná krmná dávka musí kryť záchovnú potrebu. Diferenčná (nepriama) metóda sa používa pri stanovení stráviteľnosti živín takých krmív, ktoré nie je možné skrmovať samostatne. Pri tomto pokuse je potrebné urobiť minimálne dva pokusy. Metóda IVFD (*In Vitro Fiber Digestibility*) je určená na inkubáciu sušeného krmiva v prostredí bachorovej mikroflóry. Inkubácia prebieha po dobu určenú metodickým postupom.. Vzorky krmív sú umiestnené do jednotlivých baniek. Tieto sa následne inkubujú sa v bachorovej tekutine, obsahujúcej bachorové mikróby. Samotná bachorová tekutina je odoberaná z tráviaceho traktu kráv (bachora) prostredníctvom kanyly. Banka obsahuje minerálne látky, zdroje dusíka, stopové minerály, redukčné činidlá pre udržanie pH. Pretože kyslík je toxický pre bachorové baktérie, obsah banky sa plní oxidom uhľíčitým pre udržanie anaeróbných podmienok. Vkladanie vzorky do tráviacej sústavy dokumentuje obrázok č 4.

### 1.3.3 *In vitro* metódy

Z hľadiska histórie *In vitro* metódy stanovenia stráviteľnosti boli vyvinuté už v roku 1955 Moxonom a Bentlym a postupne modifikované. V roku 1995 samotným Bentlym, o štyri roky neskôr Johnsonom. Tieto metódy sa líšili prípravou bachorovej tekutiny, podielmi vzoriek a kvapalných zložiek. Rovnako sa menila aj laboratórna technika a inkubačná doba, tým dochádzalo aj k zmenám dosahovaných výsledkov (organická hmota, sušina, vlákna, stráviteľnosť) (NEFZAOU, VANBELLE, 1985).

Ward (2005) uvádza, že *in vitro* stráviteľnosť je vhodný ukazovateľ pre odhad kvality krmiva. Je to najmä vzťah k lignínu, ktorý bol jeden z tradičných ukazovateľov hodnotenia stráviteľnosti krmiva. K využívanej NDF stráviteľnosti je tu výhoda oproti lignínu, nakoľko presnejšie charakterizuje skutočnú stráviteľnosť v žalúdku. *In vitro* NDF stráviteľnosť môže byť využívaná ako kvantifikácia metabolických porúch u vysokoprodukčných zvierat. Je schopná hodnotiť kvalitu krmiva priamo v praktických podmienkach. NDF stráviteľnosť poskytuje informácie pre odhad kvality a tvorbu krmiva zabezpečí informácie pre potrebu charakterizovania krmiva a očakávaného využitia zvieratami.

FOREJTOVÁ et al. (2005) publikovali, že výskumné laboratóriá začali hodnotiť stráviteľnosť krmív na základe obsahu neutrálnej detergentnej vlákniny (NDF). Existuje niekoľko dôležitých dôvodov, prečo sú krmivá posudzované z hľadiska stráviteľnosti NDF. Stráviteľnosť je dôležitým faktorom výživnej hodnoty krmiva. Je podmienená vzájomným vzťahom medzi obsahom živín a energiou, ktorá je prístupná pre prežúvavce. Chemické zloženie krmiva poskytuje informácie o fyzikálnych vlastnostiach a kvalite krmiva, slúži len na odvodenie stráviteľnosti a očakávanému využitiu prežúvavcami po prijatí krmiva.

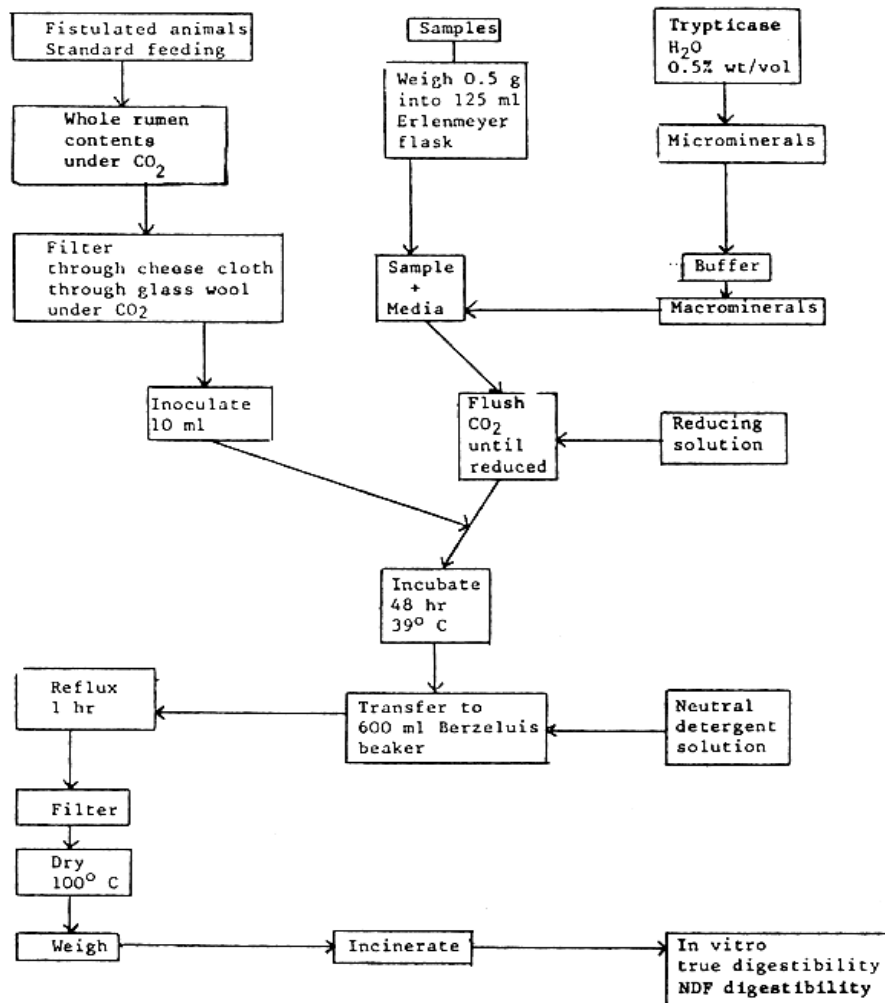
Podľa FIQUEIREDO et al., (2000) je *in vitro* stanovenie stráviteľnosti pomocou bachorovej tekutiny celulázy boli použité v laboratóriách po celom svete.

V poľných podmienkach je množstvo krmiva hlavným faktorom, ktorý určuje objem poskytnutých živín pre pasúce sa zvieratá. Existuje však málo informácií o príjme a stráviteľnosti pastevných porastov, a to predovšetkým z dôsledku nedostatku spoľahlivej techniky. Určenie stráviteľnosti pastvín je stále veľký problém, najmä ak sa jedná o veľmi rôznorodé pasienky. V tomto ohľade sa metódu *Tilley and Terry* ukázala ako veľmi spoľahlivá a presná. A to najmä pre určenie stráviteľnosti *in vitro* pasienkov s heterogénnym zložením (MOLINA et al., 1997).

Odchýlka stráviteľnosti v podmienkach *in vitro* je v porovnaní s reálnou stráviteľnosťou v rozsahu 1 až 3 %. *In vitro* analýzy prinášajú veľmi dobré výsledky pri stanovovaní chemickej a nutričnej hodnoty krmiva. Oproti klasickým chemickým metódam majú výhodu, že za pomoci bachorovej tekutiny simulujú metabolické procesy v tráviacom trakte zvieratá. Čím sa získané výsledky približujú skutočným hodnotám stráviteľnosti živín z krmiva (Ward, 2005).

ZIJLSTRA et al. (2005) poukazujú na to, že *in vitro* analýzy sú prínosom a pomáhajú vysvetliť rozdiely v energetickej stráviteľnosti živín krmív. Tvrdia, že u ošípaných by bolo treba vyvinúť postupy na predikciu výživnej hodnoty, špeciálne zrnín. Podľa nich analytické postupy ktoré boli vyvinuté pre stanovenie *in vitro* energetickej stráviteľnosti nie sú porovnateľné z hľadiska výsledkov z *in vivo* metódami. Odoberanie a následnú úpravu bachorovej tekutiny dokumentuje obrázok 4.

Schéma č 1: Priebeh *in vitro* analýzy



(MASAHITO, ALLEN , 2005).

Využitie *in vitro* metód pre zisťovanie stráviteľnosti a konečných produktov fermentácie sa stáva populárnym už aj vo výžive koní. V literárnych zdrojov z posledných rokov sa čoraz častejšie objavuje používanie konského trusu ako zdroja inokula pre výskum v *in vitro* analýzach. Výskumníci tiež dokázali, že obilie a krmivá inkubované výkalmi koní majú rovnaký profil produkcie plynov ako už používané metódy (LATTIMER et al., 2007).

Metóda *in vitro* stráviteľnosti je v súčasnej dobe najdostupnejšou a veľmi presnou analýzou na stanovenie celkovej stráviteľnosti krmív. Avšak má niekoľko nevýhod: Hlavným problémom je potreba fistulovaných zvierat. Druhým problémom je porovnávanie výsledkov medzi laboratóriami navzájom. Aj napriek snahe stále dochádza k rozdielom v podmienkach odberu a prípravy inokula (MASAHITO, ALLEN,2005).

Pri stanovení výživnej hodnoty kvality krmovín je práve informácia o stráviteľnosti živín nesmierne dôležitá. Avšak *in vivo* metódy sú časovo a finančne nákladné , práve preto

sa mnoho vedeckých prác usiluje o zdokonalenie týchto postupov. Simulácia laboratórnych podmienkach (*in vitro*) je nesmierne náročná z hľadiska enzymatického trávenia, pričom do úvahy treba brať aj mikrobiálnu aktivitu v tráviacom trakte. Práve tá má výrazný podiel na celkovej stráviteľnosti (BOISEN, EGGUM, 1991).

#### 1.3.4 *In sacco, In situ* metódy

*In situ* nylonové vrecúško, nylonové puzdro a pohyblivé vrecúško sú používané za účelom určenie žalúdočnej a črevnej stráviteľnosti nutričných zložiek. Nylonové vrecúška spolu s zavádzacím zariadením sú umiestnené priamo do žalúdka (*in situ*) alebo (*in vitro*) systém obsahujúci aktívne črevné mikroorganizmy na predstieranie črevných pochodov. Dovoľuje voľný prítok žalúdočných tekutín a vystupuje ako rozpustnosť aktívnych zložiek. Rozpad aktívnych zložiek vo vzorkách je rozhodujúca (SÝKORA et al., 2007). Vkladanie nylonových vreciek so vzorkami do tráviaceho traktu dokumentuje obrázok 5.

Pokusy s bilančnou látkovou stráviteľnosťou sú náročné na prípravu a vlastnú realizáciu. Preto sa využívajú na sledovanie ďalších ukazovateľov umožňujúcich hlbšie štúdium látkového metabolizmu. Klasická (priama) metóda sa používa pre stanovenie koeficientov stráviteľnosti živín tých krmív, ktoré sa môžu skrmovať samostatne, napr. seno. Diferenčná metóda (nepriama) sa používa pri stanovení stráviteľnosti živín krmív, ktoré nie je možné skrmovať samostatne. Pri tejto metóde je potrebné urobiť minimálne dva pokusy, (MASAHITO, ALLEN, 2005).

ČEREŠŇÁKOVÁ, et al. (2003) realizovali pokus pri ktorom metódou *in sacco* stanovili efektívnu degradovateľnosť a zmenu spektra aminokyselín v jadrových krmivách po 16 hodinách inkubácie v bachore troch býkov s veľkou bachorovou fistulou. Použili ovos, kukuricu, pšenicu, pšeničné otruby, ražné otruby, kukuričný glutén, sójový extrahovaný šrot, plnotučnú sóju extrudovanú a extrahovaný slnečnicový šrot.

Metóda oproti predchádzajúcim sa líši tým, že stráviteľnosť živín sa zisťuje na malom množstve krmiva, ktoré sa v perforovanom vrecúšku vkladá do tráviacej sústavy pokusných zvierat. Množstvo krmiva vo vrecúšku musí byť také, aby postačovalo k potrebným chemickým analýzám. Výhodou tejto metódy je vysoká opakovateľnosť na malom počte zvierat, stanovenie stráviteľnosti rôznych druhov krmív pri jednom type krmnej dávky, možnosť sledovania stráviteľnosti krmív v jednotlivých úsekoch tráviacej sústavy (MASAHITO, ALLEN, 2005).

## **2 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom diplomovej práce je analyzovanie výživnej hodnoty a stráviteľnosti vybraných objemových krmív. Výživnú hodnotu kukuričných siláží a trávneho sena sme stanovili štandardnými laboratórnymi postupmi. Stráviteľnosť organickej hmoty sme stanovili *in vitro* metódou PEPCEL

### 3 MATERIÁL A METÓDY

#### 3.1 Biologický materiál

Analyzované skoré hybridy kukurice siatej (*Zea mays*, L.) boli pestované za identických agroklimatických a stanovištných podmienok (obrázok 6 vid'. Prílohy) Rastliny kukurice sme získali z Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU, s.r.o. v Kolíňanoch.

Silážne hybridy boli zberané vo vegetačnom štádiu mliečno-voskovej zrelosti zrna, pri obsahu sušiny 30-38 %. Bezprostredne po zbere boli rastliny v laboratórnych podmienkach mechanicky spracované laboratórnym drvičom na dĺžku rezanky 15-20 mm.(obrázok 7). Následne bola silážna hmota natlačená do silážnych jednotiek SJ 750 s kapacitou 15 dm<sup>3</sup> (Kovo Servise Český Krumlov, ČR) a hermeticky uzavretá. Pri konzervovaní sme nepoužili žiadne silážne aditíva. Silážne jednotky s biologickým materiálom boli uskladnené pri teplote 18-20° C v Laboratóriu konzervovania krmív Katedry výživy zvierat FAPZ. Po 8 týždňoch od naskladnenia, kedy bol už fermentačný proces ukončený a mikrobiálna aktivita utlmená, sme silážne jednotky otvorili a v priemerných vzorkách sme zisťovali obsah organických živín. V laboratórnych podmienkach sme zisťovali koeficienty stráviteľnosti organickej hmoty (metóda „*in vitro*“).

#### 3.2 Použité laboratórne metódy a postupy

V priemerných vzorkách sena a kukuričných siláží všetkých variantov sme po ukončení fermentačného procesu sledovali podľa štandardných a postupov zaužívaných u nás (Výnos MP SR č. 2145/2004-100 o úradnom odbere vzoriek a laboratórnom posudzovaní a hodnotení krmív) a v zahraničí (AOAC, 2000) nasledovné parametre výživnej hodnoty:

**Obsah sušiny:** vážkovo, sušením pri teplote 103±2 °C

**Dusíkaté látky:** Kjeldahlovou metódou (N x 6,25) prístroj ProNitro (fi. SELECTA, obrázok 8)

**Tuk:** extrakčnou metódou podľa Soxlett- Henkela, prístroj SOXTEC (fi. TECTATOR obrázok 9)

**Popol:** vážkovo, spálením vzorky pri teplote 530 ± 20°C v Muflovej peci (obrázok 10)

**Bezdušikaté látky výťažkové:** výpočtom  $BNVL = S - (NL + T + VL + Po)$

**Organická hmota:** výpočtom  $OH = S - Po$

**Hrubá vláknina:** metódou podľa Hennenberg – Stohmanna, prístroje FIBERTEC (fi. TECATOR) s Dosi Fiber (fi. SELECTA), dvojstupňová hydrolýza (pôsobenie horúceho

roztoku kyseliny sírovej a hydroxidu draselného) ( prístroj na stanovenie obsahu vlákniny obrázok 11)

**ADF:** hydrolýza v prostredí kyslého roztoku detergentu cetyltrimethylamóniumbromidu

**NDF:** hydrolázy s prostredí neutrálneho roztoku detergentu

**ADL:** stanovený po hydrolýze ADF 72 %- ným roztokom kyseliny sírovej počas 3 hodín pri laboratórnej teplote

**Škrob:** polarimetricky

**Celkové cukry:** titračne metódou podľa Luff – Schoorla a Carrezovými činidlami

**Dusíkatú hodnotu krmiva:** vo forme PDIN a PDIE, ako aj energetická hodnota (NEL a NEV) sa stanovila výpočtom podľa Výnosu MP SR č. 39/1/200-100 o krmných surovinách na výrobu krmných zmesí a hospodárskych krmivách.

### **Stanovenie stráviteľnosti organickej hmoty:**

Koeficienty stráviteľnosti organickej hmoty sme stanovili v podmienkach „*in vitro*“ metódou PEPCEL, dvojestupňovou inkubáciou v analyzátoze DAISY Incubator II (Ankom, U.S.A), obrázok 12. V prvej fáze sme priemerné laboratórne vzorky inkubovali v roztoku celulózy (*Trichoderma viridae*, aktivita 10 000 U.g<sup>-1</sup>- CALBIOCHEM<sup>®</sup>, U.S.A) a acetátovom pufre. V druhom kroku sme vzorky siláží a sena po sušení (t 80±10°C) a premytí v horúcej destilovanej vode vystavili pôsobeniu pepsínu (aktivita 10 000 U.g<sup>-1</sup>, REACHEM, SK). Následne sme inkubačné sáčky premyli destilovanou vodou, prepláchli v acetóne a po vysušení (t 103 ±2°C) spálili v muflovej peci pri teplote 530±20°C. Stráviteľnú organickú hmotu sme zistili na základe rozdielu organickej hmoty pred a po inkubácii. Následne sme vypočítali koeficienty stráviteľnosti.

### **3.3 Štatistické spracovanie výsledkov**

Štatistickú preukaznosť získaných výsledkov z experimentov sme vyhodnotili pomocou jednoduchej korelačnej závislosti (pre dva súbory údajov), v programe Microsoft Excel 2007.

**Pre výpočet výživnej hodnoty vzoriek boli použité vzorce:**

$$\mathbf{BE = 0,00588 \cdot NL + 0,01918 \cdot OH}$$

$$\mathbf{ME = 0,00137 \cdot SNL + 0,01504 \cdot SOH}$$

$$\mathbf{NEL = ME \cdot ( 0,463 + 0,24 \cdot q ) , q = ME / BE}$$

$$\mathbf{NEV = ME \cdot kzv}$$

**k<sub>z</sub> = koeficient využitia energie pre záchov**

**k<sub>v</sub> = koeficient využitia energie pre prírastok živej hmotnosti**

$$k_z = 0,554 + 0,387 \cdot q$$

$$k_v = 0,006 + 0,78 \cdot q$$

$$k_{zv} = \frac{k_z \times k_v \times 1,5}{k_v + k_z + (1,5 - 1)}$$

$$PDIN = PDIA + PDIMN$$

$$PIDE = PDIA + PDIME$$

$$PDIA = NL \times 1,11 \times \left(1 - \frac{deg}{100}\right) \times \left(1 \times \frac{dsi}{100}\right)$$

$$PDIMN = NL \times \left[1 - 1,11 \times \left(1 - \frac{deg}{100}\right)\right] \times 0,9 \times 0,8 \times 0,8$$

**deg** – efektívna degradovateľnosť dusíkatých látok

**dsi** – skutočná stráviteľnosť nedegradovaných dusíkatých látok v tenkom čreve

$$PDIME = FOH \times 0,145 \times 0,8 \times 0,8$$

$$FOH = SOH - Tuk - UDP - FP$$

$$UDP = NL \times 1,11 \times \left(1 - \frac{deg}{100}\right)$$

(BÍRO, et al., 2008)

### **Postup pri analýze metódou PEPCEL:**

- 1.) navážka 0,5g homogenizovanej vzorky do dopredu pripraveného vrecúška
- 2.) dobre roztrepať a do každej nádoby vložiť maximálne 12 vreciek (do každej polovice 6 vreciek)
- 3.) pripraviť roztok 0,1 M HCl
- 4.) tesne pred použitím roztoku vytemperovať na 39° C a rozpustiť v ňom pepsín (aktivita 1:10000) koncentrácia 0,2 g na 1 liter
- 5.) v predstihu zapnúť inkubátor vytemperovať ho , na požadovanú teplotu zahriať aj nádoby
- 6.) roztok NaCl a pepsínu naliať do vyhriatych nádob v množstve 40ml na jednu vzorku ( pri počte 12 vzoriek je možné do nádoby naliať celých 500 ml)
- 7.) zapnúť rotáciu a nechať inkubovať 24 hodín
- 8.) po 24 hodinách nádobu vybrať a vložiť na 30 minút do sušiarne vytemperovanej na 80 ° C
- 9.) vzorky vybrať a tri krát prepláchnuť horúcou destilovanou vodou, využívame pritom Ankom
- 10.) pripraviť acetátový pufr (pH 4,8) - 1,36 g octanu sodného (CH<sub>3</sub> COONa<sub>3</sub> H<sub>2</sub>O) rozpustiť v 500ml destilovanej vody pridať 0,6 ml ľadovej kyseliny ocotovej a doplniť do 1 litra, pH doladiť na požadovanú hodnotu
- 11.) pufr nádobu a inkubátor vytemperovať na 39° C
- 12.) v teplom pufr rozpustiť celulózu (trichoderma viride) 5g na liter
- 13.) dávka na vzorku je rovnaká ako v prvej fáze
- 14.) zapnúť rotáciu a nechať inkubovať 24 hodín



- 15.) po 24 hodinách vybrať vzorky a 3 krát premyť horúcou destilovanou vodou
- 16.) nechať odkvapkať a premyť acetónom
- 17.) vysušiť, zvážiť, spáliť, zvážiť
- 18.) rozdiely navážky organickej hmoty krmiva a organickej hmoty nestráveného zbytku udáva strávenú organickú hmotu (AOAC, 2000)

**Výpočet skutočnej stráviteľnosti:**

$$\% \text{ IVTD (pôvodnej hmoty)} = \frac{100 - (W_3 - (W_1 \times C_1))}{W_2} \times 100$$

$$\% \text{ IVTD (sušiny)} = \frac{100 - (W_3 - (W_1 \times C_1))}{(W_2 \times DM)} \times 100$$

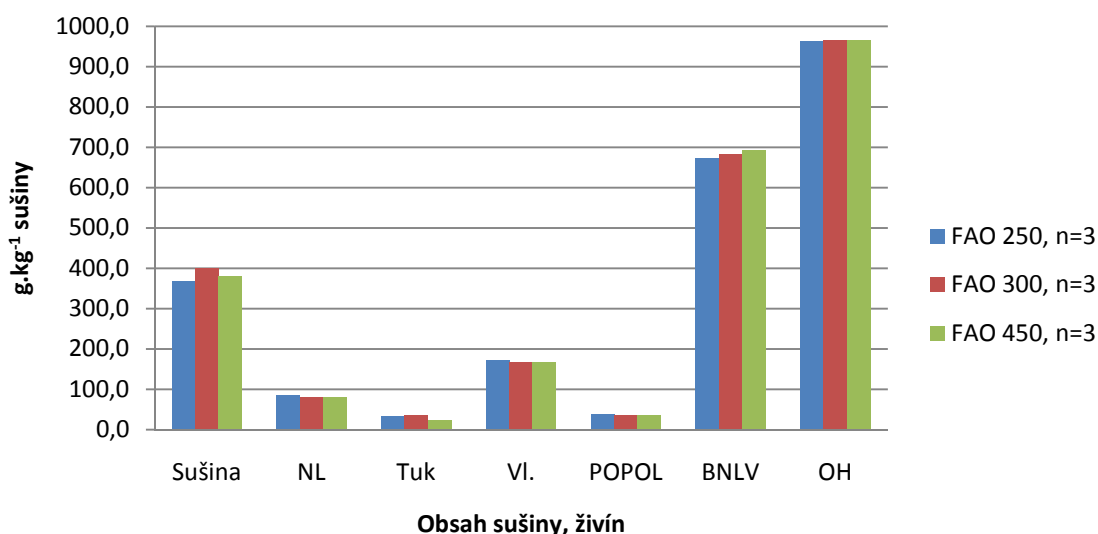
IVTD- skutočná stráviteľnosť v podmienkach *in vitro*,  $W_1$ - hmotnosť vrecúška,  $W_2$ - hmotnosť vzorky,  $W_3$ - konečná hmotnosť po inkubácii (vrátane vrecúška),  $C_1$ - hmotnosť prázdneho vrecúška (korekcia) (KOMAREK, 2008).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

### 4.1 Obsah živín v analyzovaných kukuričných silážach

V práci sme zisťovali nutričnú hodnotu 5 vzoriek objemových krmív. Jednalo sa o tri vzorky kukuričných siláží (skorý hybrid FAO 250, stredne skorý FAO 300 a stredne neskorý hybrid zastúpený FAO 450) a dve vzorky lúčneho sena. Lúčne seno bolo prezentované dvoma vzorkami (Seno 1, Seno 2).

Graf 2 Výživná hodnota kukuričných siláží



NL- dusíkaté látky, Vl.- vlákna, BNLV- bezdusíkaté látky výťažkové, OH- organická hmota

Analyzovaním testovaných objemových krmív sme zistili nasledovné: Obsah sušiny sa v analyzovaných kukuričných silážach pohyboval medzi 367,9 a 400,7 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Najvyšším obsahom sušiny sa vyznačovali siláže hybridu kukurice s číslom FAO 300. Najnižší obsah sušiny (367,9 g.kg<sup>-1</sup>) bol zistený u siláží hybridu FAO 250. Naše výsledky obsahu sušiny v kukuričných silážach potvrdili aj výsledky publikované kolektívom GADBERRY et al. (2005) Pri ich analýzach kukuričných siláží sa obsah sušiny pohyboval v rozmedzí od 246 g.kg<sup>-1</sup> po 359g.kg<sup>-1</sup>. Obsah dusíkatých látok siláží bol v rozmedzí (od 81,2 g.kg<sup>-1</sup> do 84,3 g.kg<sup>-1</sup>sušiny). Nepotvrdili sme výsledky pokusov SYNMANA, (2002), ktorých výsledný obsah dusíkatých látok v kukuričnej siláži bol na úrovni 64 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Na základne vypočítaných korelačných koeficientov môžeme povedať že na obsah dusíkatých látok má najväčší vplyv množstvo organickej hmoty vo vzorke krmiva. Hodnota korelačného koeficientu medzi obsahom dusíkatých látok a množstvom organickej hmoty dosiahla úroveň (-0,998). Obsah tuku sa pohyboval u hybridov kukurice z rozmedzí od 32,8 g.kg<sup>-1</sup> (FAO 250) do 24 g.kg<sup>-1</sup> (FAO 450) sušiny. V rozpore s našimi hodnotami obsahu tuku, sú hodnoty

analýzy JOVANOVIĆ et al (2009), ktorí na štyroch vzorkách kukuričných siláží deklarujú množstvo tuku v rozsahu od 9 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 10,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Taktiež výsledky analýzy od GADBERRY et al. (2005) nepotvrdili nami zistené obsahy tuku v kukuričných silážach. Pri ich analýze kukuričných siláží bol výsledný obsah tuku v rozmedzí od 9,8 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 13,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Pri zvyšujúcom sa čísle FAO klesá obsah tuku v sušine vzorky. Z obsahu 32,8 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 250) až na hodnotu 24 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 450). Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že so zvyšujúcim sa obsahom sušiny v kukuričných silážach stúpa obsah tuku v sušine.

Tabuľka 12 Korelačné koeficienty vzájomného vplyvu živín navzájom (siláže)

Vzťah	Hodnota korelačného koeficientu
TUK/POPOL	-0,80758
NL/ OH	-0,99882
VL/ OH	-0,99245
BNLV/ SUS	-0,97269

NL- dusíkaté látky, OH- organická hmota, VL- vláknina, BNLV- bezdusíkaté látky výťažkové, SUS- sušina

Vzájomný vzťah medzi obsahom popola u hybridov kukuríc (od hodnoty 35,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny do 37,5 g.kg<sup>-1</sup>sušiny) a množstvom tuku (od 24,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny do 35,6 g.kg<sup>-1</sup> sušiny) vo vzorkách kukuričných siláží potvrdzuje aj vypočítaný korelačný koeficient (-0,807). Čo je z štatistického hľadiska vysokou mierou preukaznosti v prospech obsahu tuku, obsah vlákniny bol stanovený v rozsahu 166,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 300) až 172,1 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 250). Najvyšším obsahom vlákniny sa vyznačovali siláže hybridu FAO 250 teda hybridu s najdlhšou dĺžkou vegetačného obdobia s pomedzi testovaných siláží kukurice. Potvrdili sme teda konštatovanie GÁLIKA et al., (2008), podľa ktorých sa zo zvyšujúcou vegetačnou fázou u kukurice znižuje obsah vlákniny. Táto hodnota je porovnateľná s výsledkami ARGILLIER, et al., (2000). Výsledkom ich experimentov na vzorkách kukuričnej siláže zistili obsahy vlákniny v rozmedziach 168,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 179,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Pri obsahu popolovín sme zaznamenali hodnoty od 35,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 450) od 37,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 250). Zo štatistického hľadiska má na obsah BNLV najväčší vplyv podiel sušiny vo vzorke. Toto tvrdenie deklaruje vypočítaný korelačný koeficient (0,979) vzťahu medzi obsahom BNLV a obsahom sušiny vo vzorke. Naše výsledky obsahu organickej hmoty v kukuričných silážach od 962,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 250) do 965,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 450) potvrdili výsledky analýz od VERA, PIZZARO, (2001), ktorí uvádzajú obsah organickej hmoty v kukuričných silážach od 942,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny od 965,7 g.kg<sup>-1</sup> sušiny.

#### 4.1.1 Obsah energie a dusíkatých látok v kukuričných silážach

Pri kukuričných silážach bola priemerná hodnota netto energie laktácie (NEL) na úrovni  $6,34 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , netto energia výkrmu (NEV)  $6,31 \text{ MJ.kg}^{-1}$ , skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov PDIE  $49,97 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny, skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov PDIN  $70,30 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny. Na základe týchto údajov môžeme usúdiť, že výživná hodnota skúmaných kukuričných hybridov je závislá od FAO skupiny, so zvyšujúcim sa FAO číslom stúpa obsah bezdusíkatých látok výťažkových. Zvyšuje sa predovšetkým obsah energeticky limitujúceho škrobu, ktorý je v sacharidových krmivách hlavným zdrojom energie (ŠIMKO et al., 2010). Konkrétne z hodnoty  $673,2 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny (FAO 250) po  $691,5 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny (FAO 450).

Tabuľka 13 Obsah energia a PDI

n=3	NEL	NEV	PDIE	PDIN
	$\text{MJ.kg}^{-1}$ sušiny		$\text{g.kg}^{-1}$ sušiny	
FAO 250	6,33	6,29	51,10	70,00
FAO 300	6,34	6,31	49,20	71,40
FAO 450	6,34	6,31	49,60	69,50

NEL- netto energia laktácie, NEV- netto energia výkrmu

PDIE, PDIE- skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov

Nami dosiahnuté výsledky analýzy obsahu netto energie laktácie (NEL) a netto energie výkrmu (NEV) potvrdili aj výsledky publikované HANÁČKOVOU, SLAMKOM, (2008), ktorí pri analýze kukuričnej siláže dosiahli priemernú hodnotu NEL  $6,45 \text{ MJ.kg}^{-1}$  sušiny, NEV  $6,47 \text{ MJ.kg}^{-1}$  sušiny. Taktiež výsledky obsahu PDIN, PDIE od týchto autorov sú v korelácii s našimi hodnotami skutočne stráviteľných dusíkatých látok v tenkom čreve. Nimi zistený obsah PDIN bola  $52,33 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny, PDIE  $77,37 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny. Naše výsledky však nepotvrdili výsledky od GÁLIK et al.(2008), ktorí v silážach vlhkého miaganého kukuričného zrna zistili obsah NEL  $8,62 \text{ MJ.kg}^{-1}$  sušiny, NEV  $9,25 \text{ MJ.kg}^{-1}$  sušiny. Taktiež obsahy skutočne stráviteľných dusíkatých látok (PDIN, PDIE) nie sú zhodné s našimi výsledkami. Vo svojich výsledkoch výskumu uvádzajú obsah PDIN  $61 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny, PDIE  $98 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny. Naše výsledky potvrdili výsledky od BILIK et al, (2009), ktorí v kukuričnej siláži stanovili skutočne stráviteľné dusíkaté látky PDIN  $52,1 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny , PDIE  $65,4 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny. Rovnako aj výsledky PURWIN et al., (2005) potvrdili nami zistené hodnoty PDIN, PDIE, v kukuričnej siláži pri sušine 32,4 % uvádzajú obsah PDIN  $49,1 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny, PDIE  $62,9 \text{ g.kg}^{-1}$  sušiny.

Tabuľka 14 Korelačné koeficienty vplyvu živín na obsah energie (NEV, NEL)

Vzťah	Hodnota korelačného koeficientu
NEV,NEL / OH	0,999
NEV,NEL / VL	-0,995
NEV,NEL / TUK	0,971
NEV,NEL / NL	0,992
NEV,NEL / SUS	-0,973
NEV,NEL /BNLV	0,993

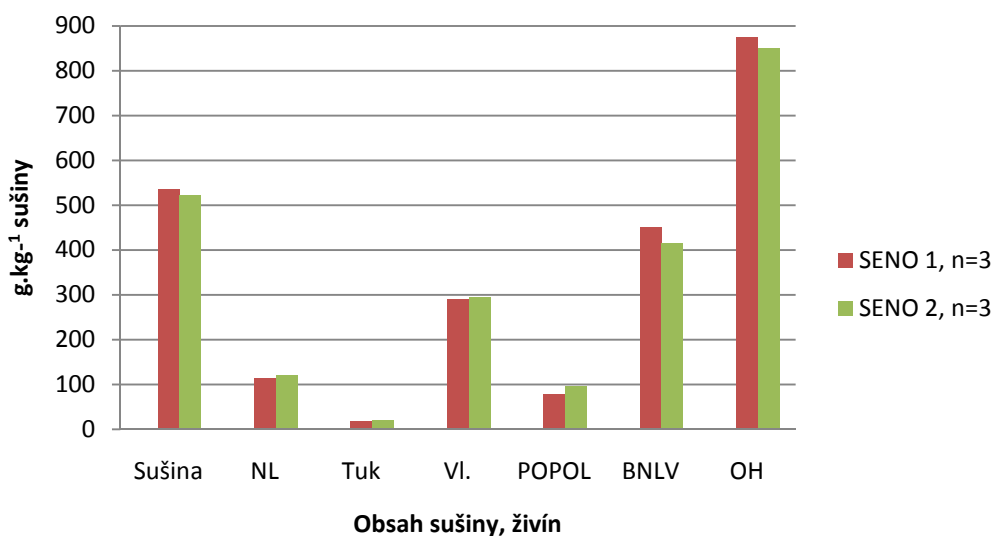
NEV netto energia výkrmu, NEV – netto energia laktácie, OH- organická hmota, VL- vlákna, NL- dusíkaté látky, SUS- sušina, BNLV- Bezdušikové látky výťažkové

Na základe vypočítaných korelačných koeficientov vplyvu obsahu živín na výživnú hodnotu (Tabuľka 14) môžeme vyvodiť záver, že najväčší vplyv na skutočne stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve prežúvavcov má práve obsah dusíkatých a organickej hmoty. Z korelačných koeficientov bol štatisticky preukázaný značný vplyv organickej hmoty na hodnotu NEL (0,999).

#### 4.2 Obsah živín v analyzovanom lúčnom sene

Obsah jednotlivých živín v sene je značne rozdielny v porovnaní s kukuričnými silážami. Aj BÍRO et al., (2008), uvádzajú, že kukuričná siláž je z hľadiska charakteru prevládajúcich živín sacharidového krmivom, seno bielkovinovým. Obsah sušiny sa v sene pohyboval v rozmedzí od 521 g.kg<sup>-1</sup> (Seno 1) po 536,0 g.kg<sup>-1</sup> (Seno 2). V oboch prípadoch sa jednalo o aeróbne konzervovaný multifloristický lúčny porast zberaný vo fáze kvitnutia. Pri konzervácii neboli použité žiadne aditíva. Naše výsledky však nepotvrdili výsledky TURGUNT et al., (2008), ktorí uvádzajú obsah sušiny (sena v rannej fáze kvetu) od 869 g.kg<sup>-1</sup> do 908 g.kg<sup>-1</sup>. Taktiež aj obsah sušiny 920 g.kg<sup>-1</sup> JENKINS et al., (2008) sa nezhoduje s našimi výsledkami.

Graf 3 Výživná hodnota sena



NL- dusíkaté látky, Vl.- vlákna, BNLV- bezdusíkaté látky výťažkové, OH- organická hmota

Pri obsahu dusíkatých látok sme zaznamenali hodnoty od 113 g.kg<sup>-1</sup> po 120 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Pričom tieto výsledky sú nižšie v porovnaní s TURGUT et al., (2008) ktorí uvádzajú obsah dusíkatých látok v rozmedzí 59 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 76 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Avšak výsledky sú porovnateľné s výsledkami BÍRA et al., (2008) a PETRIKOVIČA et al., (2000). Tento rozdiel bol spôsobený štádiom zberu krmoviny. Obsah dusíkatých látok v sene je v porovnaní s kukuričnými silážami spravidla vyšší, nakoľko sa jedná o krmivo bielkovinového charakteru (BÍRO et al., 2008). Samotný obsah tuku v sene je v porovnaní s kukuričnou silážou značne nižší. Jeho obsah sa pohyboval v rozmedzí 18-19 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Nakoľko je tuk najenergetickejšou živinou organickej hmoty krmiva (BÍRO et al., 2008), jeho nižší obsah v sene je vyvolaný aj nižšou energetickou hodnotou. Tieto hodnoty sú takmer dvakrát nižšie ako výsledky BUSH et al., (2001) ktorí pri obsahu sušiny 968 g.kg<sup>-1</sup> zistili 37 g.kg<sup>-1</sup> sušiny tuku. So zvyšujúcim sa obsahom sušiny sa znižuje obsah tuku. Vo vzorke seno 2 je pri sušine 521,0 g.kg<sup>-1</sup> obsah tuku 12 g.kg<sup>-1</sup> sušiny, pričom vo vzorke seno 2 s vyšším obsahom sušiny klesol obsah tuku na 11,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. V obsahu vlákniny je celkový rozdiel medzi vzorkami 5,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Tento efekt môže byť spôsobený pravdepodobne rozdielnym obsahom viacročných krmovín v lúčnom poraste. Práve viacročné d'ateľoviny sú kŕmnyim zdrojom vlákniny, zvyšujú jej obsah v trávnych (lúčnych) porastoch. Teda celkové množstvo vlákniny vo vzorkách sena bolo od 290,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 295,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Množstvo popola v sene je v porovnaní s kukuričnými silážami značne vyššie. Vzájomný pomer medzi obsahom popola a vlákniny (Seno1, Seno2) je porovnateľný s pomerom medzi obsahom popola

a vlákniny u silážach kukurice. Obsah popola sa pohyboval od 79-96 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Tento náš výsledok je porovnateľný s hodnotou zistenou AKDENIZ et al., (2005). Tí analýzou lúčneho sena zistili obsah popolovín od 9,52 g.kg<sup>-1</sup> sušiny po 10,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Priemerná hodnota obsahu bezdusíkatých látok výťažkových (BVLV 433,0 g.kg<sup>-1</sup> sušiny) z našich výsledkov je porovnateľná s hodnotami ktoré uverejnili SIS et al., (2007), 426 g.kg<sup>-1</sup> BNLV pri obsahu sušiny 520 g.kg<sup>-1</sup>. Obsah organickej hmoty bol na úrovni 874,1 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (Seno 1) až 850,7 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (Seno 2). Porovnateľný obsah organickej hmoty v sene zistili aj TURGUT et al., (2008), 832,7 g.kg<sup>-1</sup> po 868,9 g.kg<sup>-1</sup> sušiny.

Tauľka 15 Korelačné koeficienty vzájomného vplyvu obsahu živín v sene

Vzťah	Hodnota korelačného koeficientu
POPOL/VL	0,848
TUK/POPOL	0,861
VL/OH	0,614
BNLV/SUS	0,745
BNLV/VL	-0,292
NL/OH	0,337

BNLV- bezdusíkaté látky výťažkové, VL- vláknina, OH- organická hmota, SUS- sušina, NL- dusíkaté látky

Na základe korelačných koeficientov z tabuľky 14 môžeme vyvodit' nasledovné. Najväčší vplyv na obsah popola má podľa korelačných koeficientov množstvo vlákniny vo vzorke (0,848) a to z toho dôvodu, že vláknina obsahuje nespáliteľný podiel, ktorý zvyšuje množstvo popola. Významná je aj hodnota korelačného koeficientu (0,861) medzi vzťahom tuku a popola, táto hodnota je štatistiky preukaznou. Pomerne vysokú preukaznosť (0,745) sme zistili vo vzťahu medzi obsahom sušiny a BNLV. So zvyšujúcim sa obsahom sušiny vo vzorke klesá obsah BNLV a naopak. Štatisticky nepreukazné hodnoty korelačných koeficientov boli zistené vo vzťahoch obsahu BNLV a vlákniny (-0,292), a taktiež medzi vzťahom dusíkatých látok a organickej hmoty (0,337).

#### 4.2.2 Obsah energie a dusíkatých látok v lúčnom sene

Obsah energie laktácie (NEL) sa v sene pohyboval v rozmedzí od 3,31 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny do 3,81 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny. V porovnaní s kukuričnými silážami je to približne polovičné množstvo. Obsah netto energie výkrmu (NEV) bol na úrovni od 2,79 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny (Seno 2) do 3,34 MJ.kg<sup>-1</sup> sušiny (Seno 1). Hodnoty NEV z našej analýzy potvrdzujú výsledky od RINGLER et al., (2005), ktorí vo vzorkách sena zberaného v štádiu zrelosti definovali hodnotu NEV od úrovne 2,67-3,42 MJ.kg<sup>-1</sup>sušiny.

Tabuľka 16 Korelačné koeficienty vplyvu živín na obsah energie (NEV, NEL)

n=3	NEL	NEV	PDIE	PDIN
	MJ.kg <sup>-1</sup> sušiny	g.kg <sup>-1</sup> sušiny	g.kg <sup>-1</sup> sušiny	g.kg <sup>-1</sup> sušiny
<b>SENO 1</b>	3,81	3,34	47,55	15,43
<b>SENO 2</b>	3,31	2,79	39,89	12,71

NEV netto energia výkrmu, NEV – netto energia laktácie

OH- organická hmota, VL- vlákna, NL- dusíkaté látky, SUS- sušina

BNVL- Bezdušikate látky výťažkové

Priemerný obsah dusíkatých látok stráviteľných v tenkom čreve PDIN bol 43,72 g.kg<sup>-1</sup> sušiny, PDIE 14,07 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Porovnaním hodnoty PDIE medzi vzorkami sena a vzorkami kukuričných siláží, je celkový rozdiel 6,25 g.kg<sup>-1</sup>sušiny. Avšak rozdiel hodnôt PDIN medzi senom a silážami je však až 56,23 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Nami zistené výsledky v obsahu PDIE sú porovnateľné s hodnotami ku ktorým sa dopracovali NIVYOBIZI et al., (2009), ktorí na 68 vzorkách sena zistili priemernú hodnotu PDIE 17,3 g.kg<sup>-1</sup>sušiny. Na rozdiel výsledky hodnôt PDIN sa nezhodli s hodnotami GILBERTO et al., (2006 ) ktorí dosiahli na 54 vzorkách sena obsah stráviteľných dusíkatých 62 g.kg<sup>-1</sup> sušiny. Na základe vypočítaných korelačných koeficientov z tabuľky 17 môžeme usúdiť, že najväčší vplyv na obsah živín sena má obsah dusíkatých látok a popola. Toto tvrdenie dokumentuje korelačný koeficient vzťahu medzi obsahom netto energie laktácie a popolom (-0,986). Štatisticky vysoko preukaznú hodnotu korelačného koeficientu sme zistili aj vo vzťahu skutočne stráviteľných dusíkatých látok v tenkom čreve (PDIN, PDIE) a obsahu popola spolu s obsahom dusíkatých látok. Korelačný koeficient medzi PDIN a obsahom popola (-0,926), a korelačný koeficient PDIE obsah popola má hodnotu (-0,964). Obe tieto hodnoty dosiahli vysoko štatisticky preukaznú úroveň, čo hovorí o tom, že obsah popola do značnej miery ovplyvňuje nutričnú hodnotu vzoriek sena.



Tab. 17 Hodnoty korelačných koeficientov vzťahov ovplyvňujúcich nutričnú hodnotu vzoriek krmív

Vzťah	Korel. Koef.	Vzťah	Korel. Koef.	Vzťah	Korel. Koef.	Vzťah	Korel. Koef.
NEL/SUS	0,521	PDIN/SUS	0,600	NEV/SUS	0,434	PDIE/SUS	0,550
NEL/ NL	-0,918	PDIN/NL	-0,809	NEV/NL	-0,888	PDIE/NL	-0,872
NEL/ TUK	-0,898	PDIN/TUK	-0,880	NEV/TUK	-0,825	PDIE/TUK	-0,888
NEL/VL	-0,748	PDIN/VL	-0,585	NEV/VL	-0,710	PDIE/VL	-0,677
NEL/POP	-0,986	PDIN/POP	-0,926	NEV/POP	-0,970	PDIE/POP	-0,964
NEL/BNLV	0,852	PDIN/BNLV	0,943	NEV/BNLV	0,856	PDIE/BNLV	0,899
NEL/OH	0,064	PDIN/OH	0,280	NEV/OH	0,109	PDIE/OH	0,165

NEV- netto energia laktácie, NEL –netto energia výkrmu, SUS- sušina, NL- dusíkaté látky, VL- vláknina, POP- popol, BNLV- bezdusíkaté látky výťažkové, OH- organická hmota, Korel. Koef. – hodnota korelačného koeficientu

Do veľkej miery na celkový obsah energie v skúmaných vzorkách sena má aj zastúpenie dusíkatých látok. Štatistický ukazovateľ pri tomto vzťahu dosiahol druhú najvyššiu úroveň (-0,918) a (- 0,888). Rovnako aj korelačné koeficienty PDIN, PDIE vo vzťahu k obsahu dusíkatých látok majú vysoké hodnoty korelácie (-0,809) a (-0,872).

#### 4.3 Stráviteľnosť organickej hmoty kukuričných siláží a sena

Priemerná koeficient stráviteľnosti organickej hmoty kukuričných siláží v podmienkach *in vitro* v našom pokuse dosiahla 77,7 %. Výsledky pokusu potvrdili hodnoty od FITZGERALD, et al., (1998), ktorí v kukuričnej siláži so stredným obsahom dusíkatých látok (139 g.kg<sup>-1</sup>) zistili *in vitro* stráviteľnosť 72,5 % a u kukuričnej siláže s nízkym obsahom dusíkatých látok (125 g.kg<sup>-1</sup>) *in vitro* stráviteľnosť 65,8 %. Nami zistené obsahy sú však v rozpore s výsledkami MARCO et al., (2005), ktorí zistili stráviteľnosť organickej hmoty v podmienkach *in vitro* kukuričnej siláže 61,6 %. Rovnako nižšia hodnota *in vitro* stráviteľnosti organickej hmoty bola zistená u VERA, PIZZARO, (2001), od 50-55 % (pri sušine od 34,3 % do 30,68 %). Takmer totožné výsledky publikovali BARRIERE et al., (2003), ktorí v *in vitro* podmienkach analyzovali viac ako 230 vzoriek kukuričných siláží a ich hodnoty stráviteľnosti sa pohybovali v rozmedzí 63,5 % po 75,8 %. Na základne zistených korelačných koeficientov (uvedených v tabuľke 19) môžeme vyvodit' nasledovné závery: Na stráviteľnosť organickej hmoty (SOH) sa v najväčšej miere podieľa obsah organickej hmoty vo vzorke - korelačný koeficient (0,97).

Tabuľka 18 Stráviteľnosť organickej hmoty kukuričnej siláže, sena v podmienkach *in vitro*

n=3	Stráviteľnosť organickej hmoty <i>in vitro</i>
	%
FAO 250	69,80
FAO 300	70,08
FAO 450	77,77
SENO 1	51,08
SENO 2	46,89

Ďalším v poradí ovplyvnenia stráviteľnosti organickej hmoty je obsah dusíkatých látok v krmive (korelačný koeficient = 0,96). Obsah vlákniny s vysoko preukaznou hodnotou korelačného koeficientu (0,972) podstatnou mierou vplýva na celkovú stráviteľnosť krmív. Z pohľadu ovplyvňovania stráviteľnosti treba do úvahy brať závislosť stráviteľnosti a obsahu tuku. Hodnota korelačného koeficientu dosiahla úroveň (0,75) čo predstavuje vysokú preukaznosť. Výsledky výskumu DOREAU, PHILIPPEAU, (1999) však poukazujú na iné poradie vplyvu, z ich výsledkov ako najvýznamnejším faktorom ovplyvňujúcim *in vitro* stráviteľnosť organickej hmoty je obsah vlákniny, nasleduje obsah ADV, NDV, obsah vodorozpuštných sacharidov, a na posledných miestach dusíkaté látky, škrob.

Tabuľka 19 Korelačné koeficienty vplyvu obsahu živín na stráviteľnosť.

Vzťah	Hodnota korelačného koeficientu
Stráviteľnosť / obsah sušiny	-0,9479
Stráviteľnosť / obsah NL	0,9609
Stráviteľnosť / obsah Tuku	0,7584
Stráviteľnosť / obsah Vlákny	-0,9690
Stráviteľnosť / obsah Organickej hmoty	0,9729

NL- dusíkaté látky , Hodnoty významnosti korelačných koeficientov [ <0,1- triviálna; 0,1-0,3 malá;0,3-0,5- stredná; <0,5 veľká]

Zistené výsledky sú do značnej miery porovnateľné s výsledkami GADBERRY, et al., (2005), ktorí zisťovali stráviteľnosť sena *in vitro* metódou podľa princípu Tilley & Terry na úrovni od 54,0 % do 58,9 %. Nami zistené hodnoty stráviteľnosti sú v korelacii s hodnotami dosiahnutými FIQUEIREDO et al., (2000), ktorí analyzovali stráviteľnosť sena dvoma metódami - pri *in vivo* metóde sa stráviteľnosť pohybovala v rozmedzí od 62,36 % do 80,73 %. Metódou *in vitro*, bola zistená stráviteľnosť organickej hmoty od 66,35 % od 77,7 %. K zhodným výsledkom sa dopracoval aj AKDENIZ et al., (2005). Ďalšia štúdia, ktorá potvrdzuje naše výsledky bola publikovaná SIS et al., (2007). K podobnému záveru

porovnateľnému s našimi výsledkami sa dopracoval aj kolektív MARCO et al., (2005), stráviteľnosť organickej hmoty sena v podmienkach *in vitro* sa pohybovala v rozmedzí od 52,5 % do 63,1%. Výsledky je taktiež možno porovnať s metódou *in situ* pri ktorej JALILVAND et al., (2008) zistili v sene koeficient stráviteľnosti organickej hmoty 55,3 % metódou *in situ*, u kukuričnej siláži po 24 hodinovej inkubácii 57,7 %. Výsledky pokusu sú porovnateľné s hodnotami ku ktorým sa dopracovali DOREAU, PHILIPPEAU, (1999), ktorí rozborom 126 variet od skorých až po stredne skoré variety zistili stráviteľnosť kukuričnej siláže v rozmedzí od 65,2 % do 73,5 %. ARGILLIER, et al., (2000) zistili na vzorkách 53 kukuričných siláži stráviteľnosť organickej hmoty *in vitro* od 67,6 % do 77,4 %. Naše výsledky sú korelovateľné s paralelným pokusom stráviteľnosti *in vitro* a *in vivo* stráviteľnosti štyroch hybridov kukuričných siláži ktoré boli realizované v Srbsku JOVANOVIĆ, et al., (2009). Nimi zistený koeficient stráviteľnosti v podmienkach *in vitro* bol v rozsahu 58,38 % do 67,57 %. Avšak stráviteľnosť tých istých hybridov je v podmienkach *in vivo* vyššia a to od 65,64 % až 76,10 %. Naše výsledky nepotvrdili výsledné hodnoty stráviteľnosti organickej hmoty u sena a kukurice dosiahnuté HERVÁS, (2004), u lucernového sena zistili koeficient stráviteľnosti organickej hmoty 72,15 %, čo je v porovnaní z našim pokusom pri variante 1 rozdiel o 20,25 % pri variante 2 až o 25,11 % vyšší. BOVER, et al., (2005) uvádzajú vyššiu stráviteľnosť sena, čo zapríčinil nižší obsah vlákni v hodnotenom sene, u kukuričnej siláži je nimi deklarovaná hodnota nižšia ako naša priemerná stráviteľnosť. Naše výsledky stráviteľnosti organickej hmoty kukuričných siláží nepotvrdzujú výsledky digestie organickej hmoty stanovenou metódou *in vitro* a *in vivo* zistenou MARCO et al., (2005), ktorí dosiahli stráviteľnosť organickej hmoty v kukuričných silážach na úrovni 61,6 % (metódou *in vitro*), resp. 52,9 % (metódou *in vivo*). Takmer identické výsledky v porovnaní s našimi vo svojej práci popisujú aj CHENOST et al., (2000). V ich experimente stanovili stráviteľnosť organickej hmoty kukuričnej siláže v rozpätí 67,1 % až 78,9 % na celkovom počte 19 vzoriek. KAMALAK et al., (2005) zistili stráviteľnosť organickej hmoty v sene od 41,8 % do 53,6 %. FITZGERALD, et al., (1998), inkubáciou vzoriek siláži v podmienkach *in vitro* zistili stráviteľnosť organickej hmoty v rozsahu od 63,6 % po 66,3 %. To je pri porovnaní s našou hodnotou koeficientu stráviteľnosti organickej hmoty u hybridu FAO 250 hodnota o 3,5 % nižšia. Výsledky pokusu od FIRDOUS et al., (1996), do značnej miery potvrdili nami zistené hodnoty stráviteľnosti organickej hmoty v podmienkach *in vitro*. Priemerná hodnota SOH v stredne skorom hybride kukuričnej siláži 68,21 % je porovnateľná s našim výsledkom SOH 70,77 %. U stredne neskorého hybridu zistili stráviteľnosť organickej hmoty *in vitro* 77,04 %, čo je takmer totožná hodnota stráviteľnosti s nami zistenou hodnotou 77,7%. VERA,

PIZZARO, (2001) vo svojom pokuse tzv. tropických druhov kukuričnej siláže dosiahli stráviteľnosť 50-55 % avšak hybridy kukuričnej siláže obsahovali v priemere 22,16 g vlákniny. Čo práve podľa našich zistení bolo príčinou nižšej celkovej stráviteľnosti. Zo zistených korelačných koeficientov môžeme povedať, že práve obsah vlákniny (-0,969) je vysoko preukazný faktor ovplyvňujúci stráviteľnosť organickej hmoty.

## 5 NÁVRH NA VYUŽITIE POZNAKTOV

Metódy stanovenia stráviteľnosti v prostredí *in vitro* poskytujú mnoho výhod oproti klasickým metódam (*in vivo*, resp. *in sacco*) stanovenia stráviteľnosti. Jednou z hlavných výhod je vyčlenenie priamej účasti zvierat na pokuse. Pri našom pokuse bola použitá metóda PEPCEL stanovenia, ktorá je založená na pôsobení enzýmov. Táto modifikácia umožňuje vyradiť z pokusu prítomnosť zvierat. Keďže neustále sprísňujúca sa legislatíva o ochrane zvierat, nariadení Štátnej veterinárnej a potravinovej správy. Nútia mnohé výživárske firmy, farmy, stanice výkrmnosti a rovnako aj výskumné pracoviská zaoberajúce sa stanovením stráviteľnosti krmív, analyzovaním obsahu živín v krmivách hľadať nové a jednoduchšie postupy, ktorými by splnili požiadavky všetkých vyhlášok, nariadení a zároveň by však boli v dostatočnej miere preukazné a odzrkadľovali skutočnosť (výživné hodnoty v skúmaných krmivách, stráviteľnosť). Preto sa v súčasnom období začína čoraz častejšie využívať laboratórna technika k nahradeniu funkcie tráviacej sústavy zvierat. Konečné výsledky a ich preukaznosť v porovnaní s klasickými metódami sú závislé na striktnom dodržaní metodických postupov. Akákoľvek odchýlka od deklarovaného postupu môže spôsobiť skreslenie výsledkov. Následne ich sťažujú interpretáciu a vzájomné porovnanie voči výsledkom pokusov prevedených inými laboratóriami a výskumnými pracoviskami. Keďže stanovenie stráviteľnosti pomocou bilančných pokusov (*in vivo*) a metódou použitia nylonových vreciek vložených do tráviaceho traktu (*in situ*) sú z hľadiska finančného a časového veľmi náročné. Čoraz častejšie sa stretávame s používaním metód *in vitro* v praxi. Metódy *in vivo*, *in sacco* vyžadujú neustálu starostlivosť o zvieratá, zaznamenávanie všetkých zmien, ktoré by mohli spôsobiť ovplyvnenie celkovej stráviteľnosti skúmaných vzoriek krmiva. Preto sa s týmito metódami a výsledkami z týchto pokusov stretávame čoraz menej. Laboratórne metódy však stále zaostávajú a to najmä v simulácii faktora, ktorý pri použití pokusných zvierat vo veľkej miere vplýva na proces trávenia, a teda následné využitie živín z krmiva. Tým faktorom je stres, či už sa jedná o stresy v dôsledku mikroklímy (chlad, teplo, prúdenie vzduchu), alebo stresy spôsobené prítomnosťou človeka. V odborných článkoch a literatúre sa častokrát stretávame s názorom, že nemožnosť simulácie stresových faktorov je značnou nevýhodou laboratórnych metód. Pričom aj výsledky pokusov sú údajne skreslené. Napriek všetkým nevýhodám a problémom, ktoré vznikajú pri stanovovaní stráviteľnosti v podmienkach *in vitro*, je na základe citovanej literatúry a výsledkov našich experimentov možné konštatovať, že pri dodržaní metodického

postupu, predpísaných parametrov (čas, teplota) sú výsledky *in vitro* analýz porovnateľné a v mnohých prípadoch dokonca veľmi totožné s klasickými metódami.

## 6 ZÁVER

V laboratórnych podmienkach sme silážovali tri hybridy kukurice, lúčne seno bolo konzervované klasickou technológiou dosúšaním v senníku (spolu 5 vzoriek krmív). Samotný zber prebiehal v experimentálnych poľných podmienkach Vysokoškolského poľnohospodárskeho podniku SPU v Kolíňanoch. Po manuálnom zbere troch hybridov kukurice, dvoch druhov lúčneho sena tieto boli zasilážované resp. dosušené. Vzorky krmív sem následne uskladnili v Laboratóriu konzervovania krmív katedry Výživy zvierat FAPZ, pri konštantnej klíme 18°C. Po ukončení fermentačného procesu sme stanovili obsah jednotlivých živín a stráviteľnosť organickej hmoty v podmienkach *in vitro*. Stráviteľnosť organickej hmoty sa pohybovala v rozmedzí od 46,8 % do 77,7%. Pričom najvyššia hodnota stráviteľnosti organickej hmoty (77,7%) bola zistená vo vzorke kukuričnej siláže FAO 450 pri obsahu sušiny 381,1 g.kg<sup>-1</sup>, najnižšiu hodnotu stráviteľnosti (46,8%) sme zaznamenali vo vzorke seno 2 pri obsahu sušiny 521 g.kg<sup>-1</sup>. Z nutričných hodnôt sme stanovili priemerný obsah netto energie laktácie na úrovni 6,34 MJ.kg<sup>-1</sup>sušiny, u netto energie výkrmu bola zistená hodnota 6,31 MJ.kg<sup>-1</sup>. Priemerný obsah stráviteľných dusíkatých látok v tenkom čreve prežúvavcov dosiahol nasledovné hodnoty PDIN 70,30 k.kg<sup>-1</sup>, PDIE 49,97 g.kg<sup>-1</sup>sušiny. Na základe týchto výsledkov môžeme povedať, že výživná hodnota je priamo závislá od FAO skupiny so zvyšujúcim sa FAO číslom stúpa obsah bezdusíkatých látok výťažkových. Konkrétne z hodnoty 673,2 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 250) po 691,5 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (FAO 450). Najvyššiu hodnotu korelácie (0,99) medzi obsahom NEL, NEV sme zistili vo vzťahu k obsahu organickej hmoty. Najvyšší vplyv na stráviteľné dusíkaté látky v tenkom čreve (PDIN, PDIE) má práve obsah dusíkatých látok (hodnota korelačného koeficientu 0,809) a bezdusíkatých látok výťažkových (0,943). Z vypočítaných korelačných koeficientov bol štatisticky preukazný vplyv vlákniny (0,999), organickej hmoty (0,992) na PDIN. Na základe výsledkov korelácie medzi obsahom energie a jednotlivými živinami môžeme konštatovať, že na celkovú stráviteľnosť organickej hmoty *in vitro* do veľkej miery vplýva obsah vlákniny vo vzorke (0,995). So zvyšujúcim sa obsahom vlákniny sa znižovala stráviteľnosť organickej hmoty, čo potvrdili aj naše výsledky. Pri obsahu 167,6 g.kg<sup>-1</sup> vlákniny v sušine vzorkách kukuričnej siláže FAO 450 bola výsledná stráviteľnosť organickej hmoty na úrovni 77,7%. Avšak pri obsahu vlákniny 295,3 g.kg<sup>-1</sup> sušiny (lúčne seno 2) hodnota celkovej stráviteľnosti organickej hmoty v podmienkach *in vitro* poklesla na 46,89%.

## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

5. AKDENIZ, H. et al. 2005. Effect of Harvesting Different Sorghum-Sudan Grass Varieties as Hay or Silage on Chelminical Composition and Digestible Dry matter Yield. In: *Journal of Animal and veterinary Advances*, vol. 4, 2005, p. 610-614.  
Dokument dostupný na internete : [dairy.ifas.ufl.edu/files/rns/2002/adesogan.pdf](http://dairy.ifas.ufl.edu/files/rns/2002/adesogan.pdf)
6. AOAC, 2000. Oficial methods of analysis, In association of official analytical chemist  
EUA Dostupné na internete : <http://www.aoac.org/vmeth/omamannual/omamannual.htm>
7. ARGILLIER, O. et al. 2000. Inbred Line Evaluation and Breeding for Digestibility-Related Traits in Forage Maize. In: *Crop Science of America*, vol. 40, 2000, p. 1596-1600.
8. BARRIERE, Y et al. 2003. Genetic variation of maize silage digestibility. In: *Animal Research*, vol. 53, 2003, p. 489-500.
9. BARTALSKÝ. K., PROKEŠ., K. 2001. Uplatnenie progresívnych technológií pri využití kukuričného produktu. In: *Priority krmovinárstva v teórii a praxi*. Nitra: Agroinštitút, 2001, s. 20-22.
10. BILIK et al. 2009. Effect of feeding intensity and type of roughage fed to limousine bulls in the finishing period on slaughter traits and fatty acid profile of meat. In: *Animal science*, vol. 9, 2009, p. 143-155.
11. BÍRO, D. 1995. Zásady konzervovania krmív silážovaním. In: *O. Debrecéni et al.: Praktická príručka pre chovateľa hovädzieho dobytku*, Nitra : VŠP, 1. vyd. 1995, s. 41-56. ISBN 80-7137-256-0.
12. BÍRO, D. et al. 2008. Výživa zvierat. Nitra: SPU , 1. Vyd. 2008, ISBN 978-80-552-0070-5.
13. BOBBI, G., et al. 2007. Comparsion of *In Vivo* Digestibility to *In Vitro* Digestibility Of Five Forages Fed To Steers. In: *Nebraska Beef report* [online] 2007. [cit. 19.11.2009] Dostupné na internete: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1094&context=animalscibcr>
14. BOISEN, S., EGGUM, B.,O. 1991.Critical evaluation of *in vitro* methods for estimating digestibility in simple-stomach animals. In: *Nutrition Research Rewiews*, vol. 5,1991, p. 141-162.
15. BOVERA, F. et al. 2006. Use of the in vitro gas production technique to study feed digestibility in domesticated ostriches (*Struthio camelus* var. *domesticus*). In: *Animal*



*Science database* [online] 2006. [cit.21.11.2009] Dostupné na internete: [http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPS\\_AVerona%5C10121.pdf](http://www.cabi.org/animalscience/Uploads/File/AnimalScience/additionalFiles/WPS_AVerona%5C10121.pdf)

16. BUSH, J.,A. et al. 2001. Dietary fat supplementation effects on in vitro nutrient disappearance and in vitro nutrient intake and total tract digestibility by horses. In: *Journal of animal science*, vol. 79, 2001, p. 232-239.
17. CHENOST, M. et al. 2000 Some methodological aspects for predicting whole plant maize digestibility from the "gas-test" technique. In: *Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes*, vol. 34, 2000, p. 137-141.
18. ČEREŠŇÁKOVÁ. Z., CHRENKOVÁ, M., FLAK, P. 1996. Relation of content and composition of cell walls to the in vitro digestibility of dry matter, organic matter and crude protein in roughages. In: *Journal of Animal Science*, vol. 29, 1996, p. 153-158.
19. ČEREŠŇÁKOVÁ. Z., CHRENKOVÁ, M., ULRICHOVÁ, Z., KOPEČKOVÁ, J. 2003. Vplyv skrmovania kukurice a pšenice na fermentáciu v bachore a pasáž škrobu do tenkého čreva kráv. In: *Zborník z vedeckého seminára s medzinárodnou účasťou: V. Celoslovenský seminár fyziológie živočíchov*. Nitra: SPU v Nitre.2003, s.17-21, ISBN 80-8069-199-1.
20. DEBRECÉNI, O., et al.,1995. Kukurica na siláž. Vydala : Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre v spolupráci s FARMCO-HOLLAND, Nitra, Vydanie 1. ISBN 80-7137-227-7, s. 1-9.
21. DOREAU,B.M., PHILIPPEAU, CH. 1999. Maize Silage genotype and ruminant Digestion. In: *Zootecnika*, vol. 74, 1999,p. 37-46.
22. EXPERT COMMITTEE ON ANIMAL NUTRITION. 1986. Laboratory Evaluation of Farm Grown Forage. In: *Proc. Third ECAN Workshop*. Winnipeg, Man., Agriculture Canada, p. 24-27.
23. FIQUEIREDO, M. et al. 2000. A comparative study between the determination of dry matter digestibility in vitro and in vivo. In: *Southern African Journal of Animal Science*, vol. 30, 2000, p. 47 – 48.
24. FIRDOUS, R. et al. 1996. Effect Of Stage Of Maturity And Cultivars On The Digestibility OF Maize Forage. In: *Pakistan Journal Agriculture*, vol. 33, 1996, p. 59-63.
25. FITZGERALD, J.J et al. 1998. Maize silage for milk production. In: *Agriculture and food development authority* [online] 1998. [cit.26.11.2009] Dostupné na internete: <http://www.teagasc.ie/research/reports/dairyproduction/4184-1/eopr-4184-1.asp>

26. FOREJTOVÁ, J. et al. 2005. Comparison of organic matter digestibility determined by in vivo and in vitro methods. In: *Czech Journal Animal Science*, vol. 50, 2005, p. 47-53.
27. FOROUZMAND, M. et al. 2005. Influence of Hybrid and Maturity on the Nutritional Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows. In: *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 4, 2005, p. 435-441.
28. GADBERRY, M.S. et al. 2005. Influence of Crude Protein Content of Bermudagrass Hay on In Vitro Organic Matter Digestibility the Arkansas TDN Equation. In: *Arkansas Animal Science Department Report*, vol. 35, 2005, p. 96-89.
29. GÁLIK, B., BÍRO, D., JURÁČEK, M., ŠIMKO, M., GYÖNGYOVÁ, E., 2009. The concentrations of mineral elements in different couerred feeds. In: *Krmivá*, vol. 51, 2009, s. 232-227
30. GÁLIK, B., BÍRO, D., JURÁČEK, M., ŠIMKO, M. 2008. Influence of silage additives on fermentation of high moisture crimped corn. In: *Journal central european agriculture*, vol. 9, 2008, p. 439-444.
31. GILBERTO et al., 2006. Nutritional value of diets based on a low-quality grass hay supplemented or not with urea and levels of cassava meal. In: *African Journal of agricultural research*, vol. 1, 2006, str. 38-46
32. HANÁČKOVÁ, SLAMKA, 2008. Influence of fertilization with fermented biosludge on the yield and nutritive value of aboveground maize (*Zea Mays L.*). In: *Journal Central European Agriculture*. vol 9, 2008, p. 609-614.
33. HERVÁS, G. et al. 2004. Comparison of *in vitro* digestibility of feedstuffs using rumen inoculum from sheep or red deer. In: *Journal Of Animal And Feed Science*, vol. 4, 2004, p. 91-94.
34. HOFFMAN, P.,C., et al. 2001. *In vitro* NDF Digestibility of Forages: the 30 vs. 48 hour bedate. In: *National Research Council*, vol. 5,2001,p. 1-3.
35. HORNIÁKOVÁ, E., PAJTÁŠ, M. 2007. *Základy výživy*, Nitra: SPU, 1. vyd. 2007, ISBN 977-80-8069-879-9.
36. HUNTON, G. 2007. Ensiling process. In: *Agriculture and Rural Development* [online] 2007 [cit. 29.10.2009] Dostupné na internete: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/for4911](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/for4911)
37. JALILVAND, G. et al. 2008 Rumens Degradation Kinetics Of Alfalfa Hay, Silage Maize And Wheat Straw Treated With Fibrolytic Enzymes. In: *Archivos de zootecnia*, vol. 57, 2008, p. 155-164.

38. JAMBOR, V. 2001. Hodnocení nutriční hodnoty kukuričné siláže. In: *Pestovanie a využívanie silážnej kukurice*. Nitra : VÚŽV, ISBN 80-88872-19-7, 2001, s.37-38.
39. JENKINS et al., 2008. Ration Balancing, In: *Western Beef Resources Commitee*, vol.4, 2008, s. 310 -314
40. JOVANOVIĆ, R. et al. 2009. The Effect Of Digestibility Of Maize Hybrids On Production Performance Of fattening Young Cattle. In: *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol 25, 2009, p. 677-687.
41. JURÁČEK, M., GÁLIK, B. et al. 2004. Testovanie silážovateľnosti skorých hybridov kukurice. In: *Proteiny 2004*. Brno: Mendelova zemědělská univerzita v Brně, 2004, s. 207-211.
42. KADLEC, J. 2008. Stravitelnost organické hmoty a metody jejího stanovení [online]. 2008 [cit. 12.01.2010] Prístupné na internete : [www2.zf.jcu.cz/public/departments/koz/studium/predmety/vyziva\\_zvirat/01\\_metody\\_stanoveni/01\\_oh.ppt](http://www2.zf.jcu.cz/public/departments/koz/studium/predmety/vyziva_zvirat/01_metody_stanoveni/01_oh.ppt)
43. KAMALAK, M. et al. 2005. Prediction of dry mater Intake and Dry Matter Digestibilities fo Some Forages Usin the Gas Production Technique in Sheep. In: *Turk. Journal Veterinary Animal Science*, vol. 29, 2005, p. 517-523.
44. KOMAREK, B. 2008. Ankom Technology Method 3 *In Vitro* True Digestibility using DAISY II Incubator. [ online] 2008 [cit.29.1.2010] Dostupné na internete: [http://www.ankom.com/09\\_procedures/IVDMD\\_0805\\_D200.pdf](http://www.ankom.com/09_procedures/IVDMD_0805_D200.pdf)
45. KOMÁREK, P. 2005. Daisy Manual: In Vitro True Digestibility Using the DAISY<sup>II</sup> Incubator. [online] 2005 [cit. 26.01.2010]  
Dokument dostupný na internete:  
[http://www.ankom.com/09\\_procedures/Daisy%20method.pdf](http://www.ankom.com/09_procedures/Daisy%20method.pdf)
46. KOUKALOVÁ,V. 2005. *Stanovení degradovatelnosti NDF v píce in vitro a jejich ověření metodou in situ na kanylovaných kravách*: Dizertačná práca. Česke budejovice: JČU, 2005, 180 s.
47. KOVÁČ, M. a kol. 1989. *Výživa a krmienie hospodárskych zvierat*. 1. vyd. Nitra : SPU, 1989, 205 s., ISBN 80-85175-64-4.
48. KOVÁČ, M. et al., 1994. *Výživa zvierat*. 1. vyd. Nitra: SPU, 1994, 199 s., ISBN 80-7137-167-X.

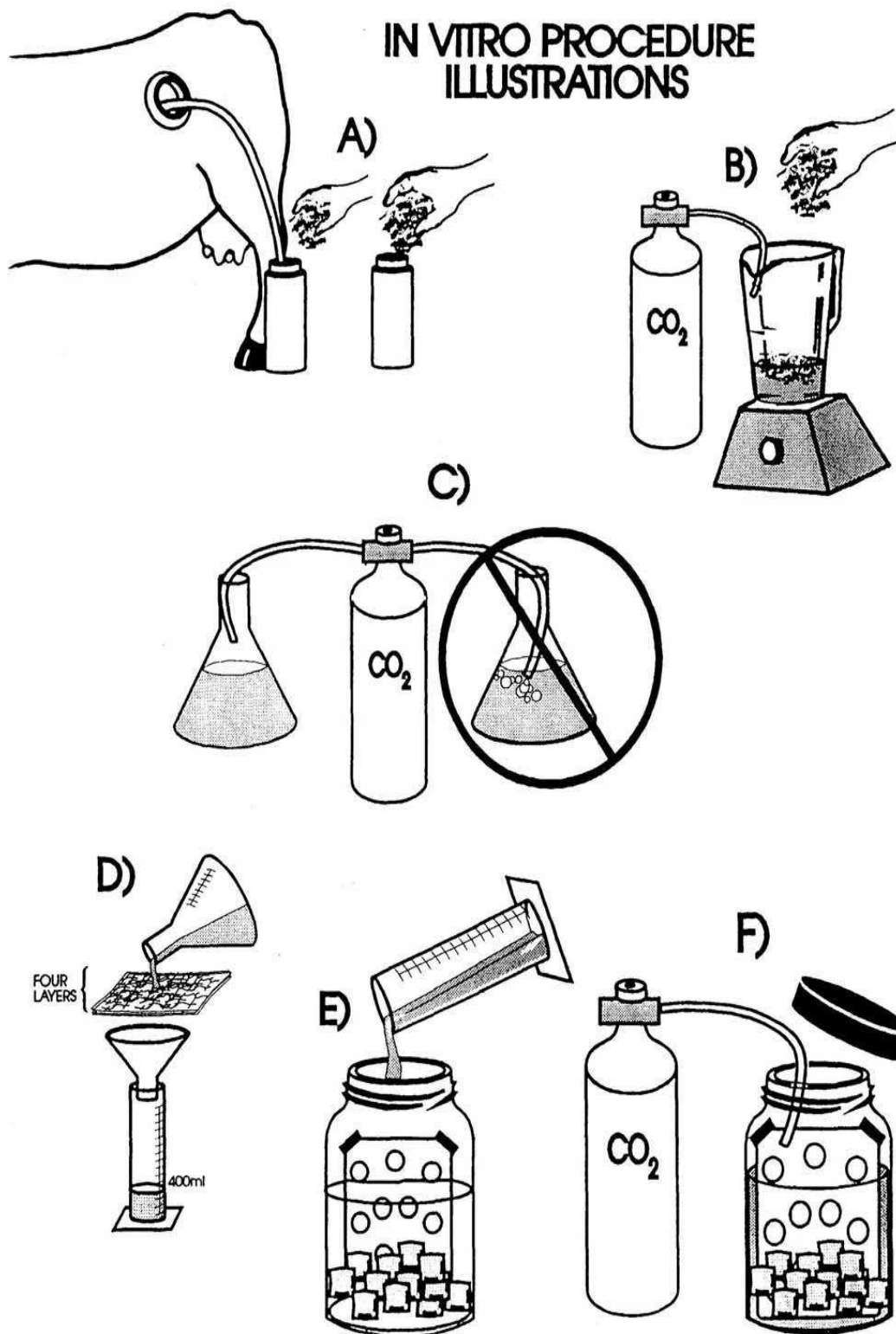
49. KOVÁČOVÁ, J., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., CHRENKOVÁ, M., SOMMER, A., 2003. Crude poretin and organic matter degradability and intestinal digestibility of various feeds. In: *Journal of Farm Animal Science*, vol. 34, 2003, s. 115-121.
50. KROUTILÍK, S., MÚDRY, V. 1988. *Výživa a dietetika hospodárskych zvierat*. Bratislava: Príroda, 1. vyd. 1988, s. 8-78
51. LATTIMER, J., M. et al. 2007. Effect of yeast culture on in vitro fermentation of a high- concentrate or high- fiber . In: *Journal of animal science* vol. 85, 2007, p. 2484-249.
52. LEWIS L.D et al. 1987. SMALL ANIMAL CLINICAL NUTRITION III. Kansas, 3rd ed., 3rd print 1990, 1987. ISBN 0945837003.
53. MARCO Di. O.,N. et al. 2005. Digestibility and ruminal digestion kinetics of corn silage. In: *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* , vol. 57, 2005, p. 233-228.
54. MARKO. F. et al. 1996. *Pestovanie kukurice*. Piešťany: VÚRV, 1996, ISBN 80-236-0074-5, s.104.
55. MASAHITO, O. , ALLEN, M., 2005. *In Vitro* digestibility of forage. In: *Tri-state Dairy Nutrition Conference*, vol. 1, 2005, p. 81-91.
56. MAKKAR, H. et al. 2003. Recommendatio of Quality Control of in sacco Nylon Bag Technique. In: *Nuclear Technique in Food and Agriculture*. [online]. 2003. [03.05. 2008]. Prístupné na internete :  
<http://www-naweb.iaea.org/nafa/aph/crp/pubd31022nylonbags.pdf>
57. McDONALD, P. et al. 1988. *Animal Nutrition*, Higher Education: England, 4. vyd. 1988, ISBN 0-582-40903-9.
58. MERTIN, D., SÜVEGOVA, K. 2003. *Potreba živín a výživná hodnota krmív pre kožušinové zvieratá*. Nitra: VÚŽV, 2003, ISBN 80-88872-31-6.
59. MOLINA, E. et al. 1997. The *in vitro* digestibility of pastures from semi-arid Spanish lands and its use as a predictor of degradability. In: *Options Mediterraneennes*, vol. 34, 1997, p. 27-31.
60. NEFZAOU, A., VANBELLE, A. 1985. Selection of appropriate methods for“ *in vitro*“ analysis of the nutritive value of crop residues and agro-industrial by- products in developig contries. In: *FAO Animal Production and Health Paper*, vol. 50, 1985, 213 pages. ISBN 9251022739.
61. NIVYOBIZI et al., 2009. Nutritive value of some tropical grasses used by traditional small farms in the highlands of Burundi. In: *Tropical Animal Health and Production*, vol.10, 2009, str. 250

62. NOVÁK, J. 2006. Stav a perspektívy výroby objemových krmív na ornej pôde. In: *Naše pole*, roč. 10, 2006, č. 9, s. 34-35.
63. PADRŮNĚK, S. et al. 2004. *Holštýnsky Svět*. 1.vyd. Turnov: UNIPRESS, 2004. 345 s.
64. PAJTÁŠ, M. et al. 2006. *Krmenie prežúvavcov*. 2. vyd. Nitra: SPU, 136 s. ISBN- 80-7137-826-7.
65. PETRIKOVIČ, P. et al. 2001. *Pestovanie a využívanie silážnej kukurice*. Nitra: VÚŽV. ISBN 80-88872-19-7
66. PETRIKOVIČ, P., et al. 2000. *Výživná hodnota krmív I. Časť*. Nitra : VÚŽV, 2000, ISBN 80-88777-12-X
67. PURWIN et al., 2005. Composition of milk and blood metabolites in high productivity dairy cows on pasture. In: *Veterinarija ir zootechnika*, vol 32, 2005, p.57-61
68. RINGLER, J. et al. 2005 . Comprasion of *in vitro* digestibility estimates using the Dasiy II incubator to in vivo digestibility estimates. In: *Eguine Science society* vol. 19,2005, p. 43-44.
69. SIS, N., M. et al. 2007 Determination of digestibility and nutritive value of iranian alfalfa varieties usin in vitro technique in sheep. In: *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, vol.4, 2007, p. 239-243.
70. SOMMER, A. 2000. Energetická výživa dojníc vo vzťahu k intenzite a kvalite produkcie. In: *IV. Dni výživy a veterinárnej dietetiky*. Košice: UVL, 2000, s. 17-20.
71. SOMMER, A. et al. 1994. *Potreba živín a výživná hodnota krmív pre hovädzí dobytok, ovce a kozy*. 1 vyd., Nitra: VÚŽV, ISBN 80-967057-1-7.
72. SOMMER, A. 2001. Využitie kukuričnej siláže vo výžive hovädzieho dobytká. In: *Pestovanie a využívanie kukurice*. Nitra: VÚŽV, 2001, s.4-7.
73. SYNMAN, L., D, JOUBERT, H.W. 2002. The chemical composition and *in vitro* dry mater digestibility of untreated and ammoniated crop residues. In: *South African Society for Animal Science*, vol. 32, 2002, p.83-87.
74. SÝKORA, T., RABIŠKOVÁ, M., TŘINÁCTÝ, J., et al. 2007. Postpruminal Delivery System for Amino Acids and Proteins in Cattle. In: *Acta Veterianaria Brunensis*, vol. 76, 2007, p. 547-552.
75. ŠKULTÉTY et al. 1975. *Kukurica na siláž, konzervovanie a výživná hodnota*. Nitra: VÚŽV, 1. vyd. 1975, s. 113-115.

76. TURGET et al., 2008. Effect of maturity stage on chemical composition and *in situ* ruminal degradation Kinetics of meadow hay in awasi sheep. In: *Animal and Veterinary Advances*, vol. 7, 2008, s. 1061-1065
77. VAJDA, V. 2007 Metabolická kontrola úrovně výživy produkce a zdraví v chovu dojníc. In: *Schaumann 2007*. [online]. 2007. [cit. 03.02. 2010].  
Dostupné na internetu : [http://www.schaumann.cz/ke-stazeni/produktove-letaky/Schaumann%202007\\_ver\\_02.pdf](http://www.schaumann.cz/ke-stazeni/produktove-letaky/Schaumann%202007_ver_02.pdf)
78. VERA, R.R , PIZZARO, E.A. 2001. Tropical maize silage in central Brazil. In: *FAO plant production and Protection Papers* [online] 2001. [cit. 26.11.2009] Dostupné na internetu: <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486E/x8486e0u.htm>
79. VRZAL, J., LOUČKA, R. 1988. Průběh zrání kukurice. In: *ŠUKJ, Kukužice. Kněženes*: VP Agro spol s.r.o., 1998, ISBN 80-86153-99-1, 1988, s. 24-27
80. WARD, T., 2005. Cumberland Valley Analytical Service, Opportunities and limitations in the use of NDF fiber digestibility values. In: *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop 2005*. [online]. 2005. [cit. 26.11. 2009]  
Dostupné na internetu:  
[www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/wardndfd.pdf](http://www.das.psu.edu/dairynutrition/documents/wardndfd.pdf)
81. ZIAEI, N., et al. 2009. Feeding value and *in vitro* Digestibility of Date-Palm Leaves Supplemented with Different Supplementary Energy. In: *Pakistan Journal of Biological Science*, vol. 12, 2009, p. 817-820.
82. ZIJLSTRA, R., T. et al. 2005. Validation of an *In Vitro* Analysis to Determine Energy Digestibility of Barley for Grower Pigs. In: *Agriculture and Rural Development* [online] 2005. [cit. 2.11.2009] Dostupné na internetu :  
[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/fcd10146](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/fcd10146)

## PRÍLOHY

Obrázok 4 Odoberanie a následná úprava bachorovej tekutiny



Obrázok 4 Vkladanie vzoriek krmív do tráviacej sústavy dojnice



(Vajda, 2007)

Obrázok 6 Hybridy kukurice



(Peter Schneidgen, 2009)



Obrázok 7 Kukuričná siláž



(Peter Schneidgen, 2009)

Obrázok 8 Prístroj ProNitro



(Peter Schneidgen, 2009)

Obrázok 9 Prístroj na stanovenie obsahu tuku SOXTEC



(Peter Schneidgen, 2009)

Obrázok 10 Muflova pec



(Peter Schneidgen, 2009)

Obrázok 11 Prístroj na stanovenie obsahu vlákny Fiber-Analysators



(Peter Schneidgen, 2009)

Obrázok 12 Ankon Daisy Incubator II U.S.A



(KOMAREK, B. 2008)