

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Predikce NEL lučního sena

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Petra Trojanová

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

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Predikce NEL lučního sena jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala Ing. Vladimíru Plachému, Ph.D. za pomoc v průběhu psaní diplomové práce. Děkuji i své rodině, která měla se mnou trpělivost v průběhu studia.

Souhrn

Teoretická část diplomové práce se zabývá kompletní výrobou lučního sena. Od výběru botanického složení píce, využívání travních porostů, ošetřování travních porostů, termínů sklizně, mechanizaci sklizně, sušení, dosoušení a skladování sena až po jeho celkové hodnocení. Zmíněno je i rozdělení energie, sacharidů a dusíkatých látek.

Praktická část diplomové práce se věnuje stanovení dusíkatých látek (NL), popelovin (P), sušiny (S), neutrálně detergentní vlákniny (NDF), acidodetergentní vlákniny (ADF), stravitelné organické hmoty (SOH) a netto energie laktace (NEL).

Hypotézou bylo, zdali lze predikovat netto energii laktace lučního sena na základě detergentní vlákniny bez ohledu na oblast pěstování.

Cílem práce je zpřesnění predikční rovnice na výpočet NEL za pomoci detergentní vlákniny ze vzorků sena sesbíraných v rámci České republiky.

Z výsledků je patrné, že nestačí znát jenom obsah detergentní vlákniny pro predikci netto energie laktace (NEL). Stravitelná organická hmota pro svůj těsný vztah k netto energii laktace (NEL) lze použít v predikční rovnici, aniž by bylo zapotřebí využít jiných parametrů.

Klíčová slova: seno, objemná krmiva, NEL, detergentní vláknina, skot

Summary

The theoretical part of the dissertation deals with the entire production of meadow hay. From choosing the botanical composition of forage, using grassland, treatment grassland, terms harvest, mechanization of the harvesting, drying, secondary drying and storage of hay to his overall assessment. Also discussed is the distribution of energy, carbohydrates and nitrogenous substances.

The practical part of the dissertation deals with the determination of nitrogenous substances (NL), ash (P), solids (S), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), digestible organic matter (SOH) and net energy of lactation (NEL).

The hypothesis was that if you can predict the net energy of lactation meadow hay based detergent fiber regardless of the growing area.

The aim is to refine the prediction equation to calculate the NEL for help detergent fiber from hay samples collected within the Czech Republic.

From the results it is wrong, it is not enough just to know the content of detergent fiber for predicting net energy of lactation (NEL). Digestible organic matter to their close relationship to the net energy of lactation (NEL) can be used in a prediction equation, without the need to use other parameters.

Key words: hay, forage, NEL, detergent fiber, cattle

Obsah

1. Úvod	5
2. Cíl práce.....	6
3. Literární přehled	7
3.1. Trvalé travní porosty	7
3.2. Botanické složení píce.....	9
3.2.1. Jeteloviny	10
3.2.2. Trávy	13
3.3. Využívání travních porostů	18
3.4. Ošetřování trvalých travních porostů	19
3.5. Vliv prostředí na kvalitu píce	20
3.6. Termín sklizně.....	21
3.7. Stroje pro sklizeň sena	23
3.7.1. Žací stroje	23
3.7.2. Upravovače pokosu.....	24
3.7.3. Obrabeče	25
3.7.4. Shrnovače.....	25
3.7.5. Sběrací vozy.....	25
3.7.6. Sběrací lisy.....	26
3.8. Sušení sena	27
3.9. Dosoušení a skladování sena.....	28
3.9.1. Samozáhřev sena.....	29
3.9.2. Význam měření teploty.....	29
3.9.3. Výskyt plísní v seně.....	29
3.9.4. Halové seníky	30
3.9.5. Věžové seníky.....	31
3.9.6. Solární seníky	31
3.10. Hodnocení kvality sena	31
3.11. Systém hodnocení krmiv	33
3.11.1. Biologické třídění energie	35
3.11.2. Jednotka NEL.....	36
3.11.3. Sacharidy.....	36
3.11.4. Dusíkaté látky.....	40

4.	Metody a materiály.....	42
4.1.	Vzorky.....	42
4.2.	Příprava vzorků.....	42
4.3.	Stanovení dusíkatých látek.....	42
4.4.	Stanovení sušiny a popelovin.....	43
4.5.	Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny a acidodetergentní vlákniny	44
4.6.	Stanovení stravitelné organické hmoty	46
4.7.	Stanovení netto energie laktace.....	47
5.	Výsledky.....	48
6.	Diskuze	57
7.	Závěr.....	61
8.	Literatura	62
9.	Seznam použitých zkratek	68

1. Úvod

Luční seno se jako komponent v krmné dávce pro dospělý skot už moc nenachází, ale přesto pro jeho příznivé vlastnosti je stále důležité. Obsah sušiny a strukturní vlákniny napomáhá ke správné motorice bacheru, podporuje salivaci, která má pufrační vlastnosti a napomáhá k dobré fyziologii trávení. Největší význam má luční seno u mláďat a mladých přežvýkavců, kterým by se mělo podávat to nejjakostnější seno pro správné nastartování trávicího traktu. Při zanedbání této skutečnosti nemusí mladá zvířata prospívat a mohou nastat i zdravotní komplikace. Obsah živin v lučním seně je velmi variabilní, protože je úzce spojen s jeho výrobou. Začíná to výběrem botanického složení píče, přes využívání a ošetřování lučního porostu, termínu a mechanizace sklizně, sušení, dosoušení a skladování. V každé jednotlivé fázi výroby lze udělat chyby, které nenávratně sníží a zhorší obsah živin, energie a kvalitu lučního sena. Pro stanovení netto energie pomocí regresních rovnic dle Vencla (1991) se využívá více parametrů. Snahou poslední doby je zpřesnit predikční rovnici, nalézt jednu živinu, která bude úzce spjata s obsahem netto energie laktace, a tím zjednodušit celý proces.

2. Cíl práce

Hypotéza: Netto energii laktace lučního sena je možno predikovat na základě obsahu detergentní vlákniny bez ohledu na oblast pěstování.

Cílem práce je zpřesnění predikční rovnice na výpočet NEL za pomoci detergentní vlákniny ze vzorků sena sesbíraných v rámci České republiky.

3. Literární přehled

Luční porost poskytuje seno, které patří do krmných dávek všech přežvýkavců, kvůli svým dietetickým vlastnostem. Obsahuje významné množství sušiny a strukturní vlákniny. Napomáhá k dobré motorice bachoru (pomalejší bachorová degradovatelnost dusíkatých látek), fyziologii trávení (pufrační činnost proti rušivým vlivům) (Kudrna a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004; Šarapatka a kol., 2005; Doležal, 2006). Pro mláďata a mladší přežvýkavce je nutnost podávat nejkvalitnější seno (nazývané též telecí seno), právě kvůli jeho příznivým vlastnostem. Při sušení lučního porostu na slunci dochází k příznivým přeměnám. Selektuje se nežádoucí mikroflóra, dochází k rozkladu vazeb minerálií s kyselinou fytoovou (seno má alkalický charakter) a působením ultrafialových paprsků se v seně vytváří vitamin D (Kudrna a kol., 1998, Doležal a kol., 2006). Kvalitní seno dokáže uhradit až 50 % potřeby minerálních látek, energie a stravitelných dusíkatých látek. Příjem sušiny sena se odvíjí dle jeho kvality a bývá nižší v porovnání se zelenou pící o 11 - 41 % (Doležal, 2006). Původně bylo seno základem krmné dávky v zimním období pro skot i koně, zvláště v horských a podhorských oblastech. Sušení sena v těchto oblastech byla nejnamáhavější zemědělská činnost v roce. Nyní je v zimním období kladen důraz na krmení skotu silážemi. Tímto krokem se ze sena stalo doplňkové krmivo, které má nižší kvalitu (přestárlá píce, vymoklé seno, jinak znehodnocené), jelikož klesnul důraz na jeho pícní hodnotu (Šarapatka a kol., 2005).

Technologický postup konzervace vysoce ovlivňuje produkční účinky objemných krmiv (obsah energie, živin, specificky účinných látek, chutnost a stravitelnost píce, dietetické vlastnosti). Zkrmování špatně konzervované píce má negativní dopad na zdraví zvířat, snižuje se užitkovost a vzrůstají požadavky na jadrná krmiva. Při nižším obsahu živin stoupá potřeba rozšíření pěstebních ploch pícnin, která ovšem v posledních letech klesá a zvyšuje nákladovost výroby. U víceletých pícnin je výnos z první seče až 60 % celkového výnosu. Záleží to však na klimatických podmínkách (úhrn srážek) v daném roce (Mašek, 2006).

3.1. Trvalé travní porosty

Trvalé travní porosty zabíraly v České republice výměru 950 000 ha. Z celkové zemědělské půdy je to 22,2 %. V roce 2003 se stav obhospodařování půdy a využívání travních porostů zhoršilo (v roce 2002 se sklízelo 803 000 ha) (Kouhoutek a Pozdíšek, 2005; Komárek a kol., 2005). Trvalé travní porosty jsou rozmanité z botanického, anatomického, morfologického a fyzikálně-chemického hlediska. Tato rostlinná společenstva obsahují více než 50 botanických druhů, které se řadí do těchto třech hlavních agrobotanických skupin: trávy, jeteloviny a

byliny. Mají důležitou funkci při ochraně a tvorbě životního prostředí, v protierozní ochraně, krajnotvorbě, zadržování a biofiltraci vody. Jsou místem, kde je velká diverzita rostlin a živočichů. Zastávají důležité místo v ekologické stabilitě krajiny a mimoprodukční funkci (Valihora a Golecký, 2005).

Rozdělení trvalých travních porostů je podle využití na louky, pastviny a trávnicky. Odlišností u každého typu je způsob obhospodařování (Šarapatka a kol., 2005; Hejduk a kol., 2013). U lučních porostů je pokosení rostlinné hmoty jednorázově několikrát za rok s jejím následným odklizením z pozemku. Oproti tomu z pastviny se píce odstraňuje průběžně po celý rok. Pokud klesne objem travní hmoty, doporučuje se mulčovat poslední seč, kdy travní porost není vyšší než 15 cm. Na loukách se děje méně zásahů než na pastvině a to umožňuje velkému množství rostlin a živočichů dokončit svůj vývoj (dozrávání semen, vývin housenek). V souvislosti s tím je správně narostlý a vysoký luční porost schopný pomoci veškeré listové plochy odpařit velké množství vody, která se zachytila v síti hustých kořenů. Významná úloha luk spočívá právě v hospodaření s vodou v krajině. Luční půdy mají převážně nízký obsah živin. To však travním porostům nijak neškodí, protože jsou na tyto podmínky zvyklé. Současné intenzivní hospodaření vede k hromadnému pokosu většiny luk současně ve velmi krátké době na přelomu května a června. Ne všechny rostliny a živočichové mají v tu dobu dokončený svůj vývoj. Převážně hlavně hmyz ztrácí zdroj potravy i úkryt. Díky tomuto postupu sečení jsou luční společenstva ochuzována o pestrout diverzitu rostlin a živočichů (Šarapatka a kol., 2005). Trvalé travní porosty se zakládají na dobu delší než 5 let (Šarapatka a kol., 2005; Hejduk a kol., 2013).

Rozdělení travních porostů dle původu:

- 1) Přirozené – mají velmi malé celkové zastoupení v travních porostech. Do těchto porostů nezasahuje člověk a jejich druhová skladba se vyvinula podle podmínek stanoviště. Nalézají se nad hranicí lesa, na stepích a pravidelně zaplavovaných či zamokřených místech. Pro zemědělství nemá tato píce větší význam.
- 2) Polopřirozené – vznikly po zásahu člověka vykácením lesa nebo zatravněním orné půdy a jejich druhová skladba odpovídá porostům 19. a první poloviny 20. století. U těchto porostů se neprovádí pravidelná obnova orbou ani přisevy. Pravidelně se sečou či spásají, jinak by došlo k zarůstání náletovými dřevinami. V těchto porostech je největší zastoupení rostlin i bezobratlých živočichů.

- 3) Umělé (dočasné) – jsou účelné jetelotravní nebo travní směsi, vybrané člověkem, založené na orné půdě, které mají pravidelnou obnovu (výsev, přísev). Produkuje vysoce výnosnou kvalitní píci, ale stabilita je nízká. Potřebují hnojení, obnovování, aplikaci pesticidů a další zásahy.

(Šarapatka a kol., 2005; Hejduk a kol., 2013)

Pro posouzení vhodnosti jednotlivých druhů rostlin a jejich zastoupení ve směsi se musí vycházet ze znalostí o stanovištních podmínkách (půdní druh a typ, svažitost a expozice pozemku, hladina podzemní vody, průměrné roční srážky a teplota, průměrné srážky a teploty ve vegetačním období aj.), intenzitě využívání (intenzita hnojení, počet sečí za rok, požadovaná kvalita a výnos píce apod.) a způsobu využití (pastvina, louka, kombinace). Volně trsnaté trávy se rychle vyvíjejí a produkují požadovaný výnos píce, proto jsou základem ve směsích. Výběžkaté trávy se dávají ve vyšším zastoupení na pastviny než na louky pro zaplnění vyšlapaných míst (Šarapatka a kol., 2005).

Kvalita sena závisí na:

- 1) druhu a botanickém složení píce
- 2) vegetačním stádiu a pořadí seče
- 3) způsobu sklizně, doba zavádání a technologie dosoušení
- 4) způsobu a doba skladování

(Hrabě a kol., 2004; Doležal, 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014)

3.2. Botanické složení píce

V trvalém travním porostu jsou zastoupeny trávy, jeteloviny a byliny. Jednotlivé složky mají svou nepostradatelnou úlohu v porostu (Drábek, 2006). Trávy by měly být zastoupeny z 50 – 70 % v lučním porostu, aby zvýšily kvalitu píce, výnos a vytvořily soustavný silný travní pokryv. Ideální podíl bylinné složky je v rozmezí 10 – 30 %, přičemž vyšší zastoupení se nedoporučuje (Buchgraber, 2005; Drábek, 2006). Byliny představují dietetickou část píce. Kulturní bylinou je řebříček a jitrocel kopinatý. V přiměřeném podílu jsou i plevy, kam se řadí smetánka lékařská. Plevy, které ohrožují zdraví skotu, zapříčiňují zažívací potíže či jsou jedovaté, považujeme za nežádoucí. Do této skupiny patří šťovíky, pryskyřníky, rdesno hadí kořen, bolševník, bolehlav, jehlice trnitá (Drábek, 2006). Pakliže tyto plevy vyklíčí, měly by se zahubit při první příležitosti (Buchgraber, 2005). Smysl jetelovin v travním společenstvu se hodnotí v poměru k ostatním složkám porostu. Jejich množství v krmivu je v rozmezí od 5 – 30 % a zastávají kvalitativní bílkovinný podíl. Vyšší obsah jetelovin má za následek vysokou

koncentraci NEL látek. Jeteloviny mimo jiné vyživují dusíkem ostatní rostliny na stanovišti. Jsou přirozeně zastoupeny v lučním porostu a průběžně se obnovují. Výskyt jetelovin je založen na podmínkách stanoviště a je výsledkem dlouhodobého vývoje porostu (Drábek, 2006). Prázdná místa v travním porostu umožňují zaplevelení a tím dochází ke snížení kvality píce a nízkému výnosu. Produktivní travní porost musí mít kompaktní pokryv, o který je třeba se starat a zásobovat jej živinami ze statkových hnojiv. Řídký porost či oslabené trávy se přisejí travní směskou (Buchgraber, 2005). Při zakládání nových porostů je pouze na pěstiteli, jakou směs semen vybere (Drábek, 2006).

3.2.1. Jeteloviny

Jetel luční (*Trifolium pratense* L.)

Barva květů je karmínová či červená. Kalich ochlupacený. Lodyha polovzpřímená až vzpřímená, téměř lysá nebo chlupatá. Palisty středních lodyžních listů jsou zúžené do štětinovité špice (Kubát a kol., 2002).

Jetel luční se využívá jako monokultura, ale více se nalézá v jetelotravních směsích. Ideální oblast pro pěstování jetele je s vyšší vlhkostí vzduchu, množství srážek v rozmezí 600 – 700 mm (i více) a hladinou podzemní vody 1 metr pod povrchem. Z toho vyplývá malá suchovzdornost jetele lučního. Kolísavé teploty, zvláště v předjaří, jeteli nesvědčí. Pěstuje se převážně na půdách hlinitých, které mají zásoby živin, případně jílovitohlinitých či písčitohlinitých, pokud jsou humózní. Vhodné pH půdy je 6,2 – 6,8. Snášenlivost jetele lučního k nižší hodnotě pH je lepší než u vojtěšky. Díky vlastnostem a požadavkům na klima a půdu je jeho vývin poměrně rychlý. Mladý jetel má nadýmavé účinky (Šantrůček a kol., 1995).

Jetel plazivý (*Trifolium repens* L.)

Květenství je na mnohem delších stopkách než listové řapíky. Barva květů je bílá či krémová, vzácně růžová. Lodyhy má plazivé a často zakořeňují. Listy jsou dlouze řapíkaté (Kubát a kol., 2002).

Šantrůček a kol. (1995) a Pelikán (2006) řadí jetel plazivý mezi velmi významné jeteloviny, které se uplatňují jako komponent dočasných či trvalých lučních a hlavně pastevních porostů. Rozděluje se pro praktické využití na formy: *hollandicum*, *giganteum* a *silvestre*. Tyto formy se vzájemně liší velikostí listů. Forma *silvestre* má nižší vzrůst a je to odrůda vhodná pro trvalé pastviny, kvůli dobré odolnosti vůči horským podmínkám. Tato odrůda má však

málopočetné zastoupení (registrováno 8 domácích a 9 zahraničních odrůd). Forma giganteum je vysokého vzrůstu, náročná na půdní a klimatické podmínky. Používá se při závlaze a pro krátkodobé sečné využití (2 – 3 roky). Forma hollandicum je nejvíce rozpracovaná a rozšířená (počet odrůd je cca 50). Vyznačuje se středními listy a vzrůstu, dobrou výnosností a semenářskou produktivností. Je středně vytrvalá (3 – 5 let) a využívá se pro intenzivní dočasné porosty pastervní i kombinované. Dobře snáší sešlapávání a po spasení rychle obrůstá. V podmínkách České republiky jsou často náchylné k virovým chorobám a semenářsky nejisté.

Jetel plazivý se po zasetí rychle vyvíjí, už v roce vysetí zakvétá. Je náročný na světlo, proto se neudrží dlouho ve vysokých porostech. Holomrazy i dlouho ležící sněhová pokrývka pro něj nejsou překážkou. Planý jetel plazivý roste i na sušších chudších stanovištích, ale jeho výnos na tomto místě je nepatrný. Kulturní formy potřebují zásobu živin, humidnější klimatické podmínky, těžší a hlubší hlinitou až jílovitohlinitou půdu. U jetele plazivého jsou nižší výnosy píce oproti ostatním jetelovinám. Píce je složená z listů a květů, a protože při sklizni není zasažen hlavní stonek i lodyhy, je píce vysoce stravitelná (75 %) a má vyšší obsah dusíkatých látek než jetel luční. Výsledkem je též nižší nebezpečí přestárnutí píce při pozdním termínu sklizně. Výsevek pro dočasný i trvalý travní porost činí 1 – 3 kg.ha⁻¹ dle botanického složení. Vzhledem k drobnosemennému druhu potřebuje dobře připravenou půdu pro zasetí (Šantrůček a kol., 1995).

Jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum* L.)

Barva květů je bílá či nachová, později narůžovělá až hnědá. Stopky květů jsou 2 – 3x větší než kalich. Lodyhy jsou přímé až poléhavé, chudě větvené, olistěné. V České republice je s jistotou pouze *T. h.* subsp. *hybridum*, jetel zvrhlý pravý. *T. h.* subsp. *elegans* (Savi) A. et Gr. se pravděpodobně na území ČR nevyskytuje (Kubát a kol., 2002).

Šantrůček a kol. (1995) a Pelikán (2006) se u jetele zvrhlého shodují, že má i druhý název jetel švédský. Uplatňuje se na těžších studených půdách, v chladnějších podmínkách (pro jeho odolnost), kde je dostatečně vysoká hladina podzemní vody. Právě dostatek vody je hlavní kritérium pro jeho pěstování. Jeho dietetické vlastnosti nejsou tak příznivé jako u jetele lučního. Má silný nadýmavý účinek, proto se nenalézá na pastvinách. Více se využívá jako podsevná mezplodina v kombinaci s jetelem plazivým či trávami, nejvíce s jílkou. V úvalu připadá i do směsí s jetelem (1 kg jetele zvrhlého na hektar) nebo s trávami v polních osevních postupech. Po zasetí jetel zvrhlý vzchází už za 12 – 14 dnů. Při optimálních

podmínkách vydrží na stanovišti 3 – 6 let, hlavně v jetelotravním porostu. V monokultuře se pěstuje pouze na 2 roky. Nejvyšší množství píce je v 1. seči, v 2. seči je až o 30 % méně hmoty. Oproti jeteli lučnímu má o 10 – 30 % nižší seč a je pozdnější o 10 – 14 dnů. Jetel zvrhlý je měkká, šťavnatá rostlina, která sice obsahuje malé množství ligninu, ale není příliš chutná. Sklízí se ve fázi kvetení a pěstuje se po sobě za 2 – 3 roky (Šantrůček a kol., 1995). Na stanoviště má specifické požadavky. V České republice jsou registrovány 3 odrůdy. Domácí diploidní odrůda jetele zvrhlého Táborský, domácí tetraploidní odrůda Trend a zahraniční diploidní odrůda Ermo (Pelikán, 2006).

Štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus* L.)

Barva květů je žlutá a jsou dlouhé 10 – 16 mm, nevonné. Pavéza a křídla mohou být načervenalá až červená (Kubát a kol., 2002). Lodyha je poléhavá nebo vystoupavá, plná. V okolíku je 3 – 6 květů (málokdy 7 – 8), které disponují velkým množstvím nektaru a díky němuž je u štírovníku mnoho hmyzu. Kolísavá vlhkost způsobuje pukání lusků (Pelikán, 2006). Pelikán (2006) štírovník růžkatý pojmenovává lidovým názvem ledenec, ovšem Kubát a kol. (2002) ledenec označili jako samostatný druh, který se liší od štírovníku hlavně v květech.

Hluboký kořenový systém (1,5 – 2 m) umožňuje štírovníku růžkatému snášet i dlouhodobé sucho. Odolnost proti kolísavým klimatickým podmínkám je značná, i přes nízké teploty nevymrzá. Řadí se mezi víceleté až vytrvalé druhy rostlin (6 - 12 let). Po zasetí má velmi rychlý vývin. Už v roce výsevu kvete v polovině června a je možnost z něj získat tři seče. Pokud se pěstuje v monokultuře, vytrvá na stanovišti 6 – 7 roků, ale kvůli nízkým výnosům (30 – 50 %) oproti jeteli lučnímu či vojtěšce seté se jako čistý porost nepěstuje. Při horších podmínkách a na málo úrodných, chudých, mělčích a svažitéch půdách ovšem jetel s vojtěškou předčí. Využívá se jako komponent ve směsích s trávami (na 3 – 5 let), které se využívají sečně i pastevně (velmi dobře obrůstá) nebo ve směškách pro trvalé travní porosty (zhruba 1 kg.ha⁻¹) (Šantrůček a kol., 1995; Pelikán, 2006). Na chudých půdách se dává štírovník růžkatý do směsi společně například s kostřavou luční, bojínkem lučním či ovsíkem vyvýšeným a pohnojí se N (dávka 50 kg.ha⁻¹ dusíku na 6 tun píce). Vyšší dávka dusíku se neaplikuje, jelikož ji štírovník špatně snáší (Šantrůček a kol., 1995). Jeho kvalitní píce ho řadí mezi nejlepší jeteloviny, která má dobrý příjem u zvířat. Pozitivně působí na užitkovost zvířat, hlavně na tučnost mléka. Oproti ostatním jetelovinám pomaleji dřevnatí a nenadýmá.

Registrovány jsou české odrůdy Lotar a Malejovský a slovenská odrůda Polom (Pelikán, 2006).

Tolice dětelová (*Medicago lupulina* L.)

Barva květů je světle žlutá. Květenství je minimálně 10květé v kulovitých hroznech (Kubát a kol., 2002; Pelikán, 2006). Lodyhy jsou poléhavé (Pelikán, 2006).

Tolice dětelová je jednoletá až dvouletá rostlina. Má kvalitní pícninářskou hodnotu s nižším výnosem hmoty. Může se pěstovat v monokultuře, ale více se používá v jetelotravních směsích (Pelikán, 2006). Též lze použít na sušším a chudším stanovišti, kde ostatní jeteloviny nemají tak velké výnosy, jako dočasný luční a pastevní porost (rychle obrůstá). Při delším nedostatku vláhy zpomaluje, až zastavuje růst. Optimální podmínky nachází na teplých stanovištích s dostatkem vody. Nesmí se jednat však o zamokřenou půdu (Šantrůček a kol., 1995; Pelikán, 2006). V monokultuře či ve směsi s jetelem plazivým a zvrhlým se může využít na zelené hnojení, neboť obsahuje dostatek organické hmoty, která podporuje úrodnost půdy. Registrovanou odrůdou je Ekola (Pelikán, 2006).

3.2.2. Trávy

Srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)

Je nejrozšířenější vytrvalá volně trsnatá tráva, vysoká kolem 50 – 120 cm (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Její kořenový systém je mohutný a proniká až 1 metr do hloubky (Šašková a Šolfa, 1993). Srha laločnatá se vyznačuje velmi brzkou raností a časným metáním (konec května). Vyskytuje se na mírně suchých až vlhkých, výživných půdách, na lukách, rumišťích, okrajích cest. Snáší i zastínění (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Dokáže na stanovišti vytrvat až 12 let (Šašková a Šolfa, 1993; Hrabě a kol., 2004). Důvodem dlouhého působení na místě je hnojení dusíkem, proto se může použít jako ukazatel jeho přítomnosti v půdě. Nové výhonky chrání pochvy starých listů. Díky tomu jsou přes zimu zelené a časně vyrůstají. Nesvědčí jim proto pozdní mrazíky (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Oproti ostatním travám obrůstá dobře a za vyhovujících podmínek přirostou listy až o několik centimetrů denně (Hrabě a kol., 2004). Je dobrou pící pro dobytek, pokud se sklídí časně (před metáním). Jestliže se srha laločnatá nesklídí včas, stává se tuhou a nepoddajnou rostlinou s nízkou kvalitou, která není pro tuto vlastnost vhodná do směsí s jinými travami, ani s jetelem lučním, na pastevní využití (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004).

Kostřava luční (*Festuca pratensis* Huds.)

Je méně vytrvalá (4 – 5 let), volně trsnatá tráva, vysoká 30 – 120 cm (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Díky kořenovému systému, který je mohutný, jí sucho neškodí (Šašková a Šolfa, 1993). Dobytek ji spásá přednostně, pro velké množství listů a malý počet stébel. V této závislosti se řadí mezi hodnotnější píci. Kostřava luční začíná obrůstat zjara a vytváří jalové přízemní výhonky. Pro pomalejší vývoj plodných stébel kvete mezi červnem a červencem. Plně vyvinutá je v druhém roce po vysetí (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998). Pro svou nenáročnost je velmi přizpůsobivá a snese různé ekologické podmínky. Při příznivých podmínkách zůstává přes zimu zelená, a proto může v dalším vegetačním období dříve vyrůst. Cenná je především pro vysoké množství hodnotné píce a přizpůsobivosti (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Dokáže snášet vysoké dávky hnojiv, ale při přehnojení dusíkatými hnojivy ztrácí konkurenceschopnost proti plevelům a jiným trávám (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Nalézá se na pastvinách, kulturních loukách, cestách i travnatých plochách (Grau a kol., 1998). Nynější odrůdy řadíme podle doby metání mezi rané až polorané trávy. Existují odrůdy i pozdnější o dva týdny. Postupně je nahrazována mezirodovými hybridy festulolium (kostřava x jílek) v jetelotravních směsích a směskách pro trvalý travní porost (Hrabě a kol., 2004). Schopnosti kostřavy luční umožňují rostlině vydržet v mírně spásaných a sešlapávaných porostech (Šašková a Šolfa, 1993).

Bojínek luční (*Phleum pratense* L.)

Je vytrvalá, volně trsnatá tráva, která vyplňuje střední a vrchní prostor porostu (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Kvete v druhé polovině června až začátkem července. Bojínek luční snese chladnější klimatické podmínky, holomrazy i dlouho ležící sníh. Potřebuje dostatek vláhy, ovšem extrémní případy suchých ani zamokřených stanovišť nepreferuje. Nalézá se na kulturních loukách, pastvinách, vlhčích, výživných jílovitých a hlinitých půdách (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Mělkým kořenovým systémem je schopný čerpat i těžko přístupné živiny (Šašková a Šolfa, 1993). Po zasetí se vyvíjí rychle a už v prvním roce poskytuje maximální produkci. Růst na jaře je poměrně rychlý, doba metání ho však řadí k nejpozdnějším trávám (vegetativně je ranou trávou) (Hrabě a kol., 2004). Bojínek luční je kvalitní píci (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004), pokud ho sklídíme 1 – 2 týdny před počátkem metání (Hrabě a kol., 2004). Po metání má vyšší výnos píce, který se může využít na seno, ale podává se skotu či koním s nižší užitkovostí. Dobré použití má v porostech s jetelem lučním. Pravidelně se

zařazuje do směsí pro dočasné i trvalé travní porosty. Osivo je drobné (HTS 0,3 – 0,5 g) (Hrabě a kol., 2004).

Jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

Je vytrvalá, středně vysoká trsnatá tráva, dorůstající výšky 30 – 70 cm (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Doba květu je od května do srpna (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998). Jílek vytrvalý je náročný na teplotu, obsah živin v půdě a vláhu. Nesnese mráz, sucho a vysokou hladinu podzemní vody (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Po zasetí se vyvíjí rychle a výnos přináší už v prvním roce. Kořenový systém má v povrchové vrstvě půdy, jen některé kořínky proniknou do větší hloubky (Šašková a Šolfa, 1993). Jeho husté porosty vyžadují pro vyšší vytrvalost, aby byly sešlapávány. Je proto ukazatelem vyšlapávaných míst (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Nalézá se na pastvinách, rumišťích, okrajích cest a v trávnicích (Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002). U jílku vytrvalého existuje řada diplo- i tetraploidních odrůd (Hrabě a kol., 2004).

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schr.)

Je vytrvalá, krátce výběžkatá tráva, vysoká až 150 cm (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Kvete v červnu až červenci. Vlhké, výživné, těžké půdy jsou pro kostřavu rákosovitou ideální, proto se většinou vyskytuje na březích potoků, mokřejších lukách, okrajích cest a ve vlhkých příkopech. Tzn. stanoviště, kde je vysoká hladina podzemní vody, která nedovoluje růst jiným hodnotnějším druhům (Grau a kol., 1998). Ve směsi pro pastevní použití se musí vysévat jako dominantní druh, jinak hrozí její nespasení dobyt看em. Skot kostřavu rákosovitou spásá v mladém stádiu, kdy listy ještě nejsou tak tvrdé, poté zůstává opomíjena. Je dobře přijímána dobyt看em, pokud se zkrátí na menší části a navyká se na ní postupně. Po seči vysychá rychle, což je významný faktor při produkci sena. Netrpí zahánváním a lze ji využít na prodloužení podzimní pastvy. Řadí se mezi středně kvalitní druh (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004).

Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* M. K.)

Je velmi vytrvalá, volně trsnatá tráva, vysoká 50 – 150 cm (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Kvete v červnu až září (Grau a kol., 1998). Vyskytuje se na loukách, náspech, svazích, okrajích cest a v křovinách (Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002). Ovsík vyvýšený má rozvětvený, hluboko pronikající kořenový systém. Řadí se mezi vysoce kvalitní trávy. Sešlapávání a spásání špatně snáší (Šašková a Šolfa, 1993). Vyžaduje teplejší

klimatické podmínky, půdu spíše hlubší, výživnější s dostatkem vápna (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Ochmýřené obilky způsobují potíže při čištění a výsevu osiva (Šašková a Šolfa, 1993; Hrabě a kol., 2004). Vyšší relativní vlhkost vzduchu znemožňuje osivo vysévat bez problémů. Produkuje velké množství sterilních stébelných výhonků. V porostu, který se intenzivně sklízí, vydrží maximálně 5 let. Jestliže má šanci vysemenit, stává se na stanovišti zanedlouho dominantním druhem, zvláště v květnatých loukách a pozdně mulčovaných porostech, kde potlačí ostatní druhy. Využívá se v dočasných jetelotravních porostech, kde postavení listů zvyšuje výnos porostu. Vyšlechtila se bezosinná odrůda Medián (Hrabě a kol., 2004).

Trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens* P. B.)

Je velmi vytrvalá, volně trsnatá tráva, bez nadzemních výběžků (Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Kvete v červnu až červenci. Trojštět žlutavý se vykytuje na kulturních loukách, podhorských i horských loukách a pastvinách, které prosakují a mají výživnou půdu (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Obtížně se vysévá. Jeho vysoký podíl v porostu zapříčiňuje v alpských zemích kalcinózu skotu (Hrabě a kol., 2004).

Lipnice bahenní (*Poa palustris* L.)

Je víceletá (6 – 8 let), středně vysoká (30 – 120 cm), volně trsnatá tráva, s krátkými sterilními výhonky (Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004; Ševčíková, 2006). Kvete v červnu až červenci (Grau a kol., 1998). Vyskytuje se na vlhkých loukách v okolí vodních toků, na jejich březích, v příkopech (Grau a kol., 1998; Ševčíková, 2006). Nejlépe jsou stébla olistěna ve 3. – 4. užitkovém roce, kdy se v porostu objevují prázdná místa po ustupujících, málo vytrvalých druhů. Má vysoké nároky na živiny (Hrabě a kol., 2004; Ševčíková, 2006). Vývoj lipnice bahenní po zasetí je rychlý, avšak generativně se řadí mezi pozdnější druhy (Hrabě a kol., 2004).

Psárka luční (*Alopecurus pratensis* L.)

Je vytrvalá (10 let), krátce výběžkatá tráva (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Psárka luční patří mezi nejranější kulturní trávy, kvete již od dubna do července (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002). Hustá spleť jemných kořínků proniká do hloubky 20 cm. K úplnému vývinu rostliny dochází ve třetím roce (Šašková a Šolfa, 1993). Vyskytuje se na vlhkých loukách, v zahradách, pobřežních společenstvech. Vysoká hladina spodní vody a dostatek živin v půdě je pro ni

základním požadavkem, při kterém dokáže vytěsnit ostatní druhy ze stanoviště. Její vysoký procentuální podíl v porostu je indikátorem těchto podmínek. Snese i polostín (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). V závislosti na její ranosti se těžko sklízí v době metání. Přesto v době květu má stále hodnotnou píci. HTS je 0,9 – 1 g. Obilky s osinou se hůře vysévají, proto byla vyšlechtěna téměř bezosinná odrůda Talope (Hrabě a kol., 2004).

Lipnice luční (*Poa pratensis* L.)

Je vytrvalá, dlouze výběžkatá tráva tvořící řídké až husté trsy. Má střední vzrůst (10 – 70 cm) (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004; Ševčíková, 2006). Kvete v květnu až červnu (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998). Lipnice luční se díky své odolnosti vyznačuje širokou stanovištní amplitudou (zaplavované louky až výsušné pastviny). Nalézá se v příkopech, na lukách, pastvinách, okrajích cest a svazích. Zde snižuje mechanické poškození a následnou degradaci porostu. Dokáže zaplnit prázdná místa po méně konkurenčně zdatných druzích a tím zmenšuje možnost zaplevelení a mezerovitost v porostu (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004; Ševčíková, 2006). Má pomalý vývin, vzchází po 3 – 4 týdnech po výsevu. Schopnost poskytnout plnou produkci přichází až ve 3 – 4 užitkovém roce. Vývin lze uspišit hnojením, kdy už ve 3. užitkovém roce je dostatečně silná (Šašková a Šolfa, 1993; Hrabě a kol., 2004). Po seči či spasení obrůstá bez potíží. Do 10 cm hloubky se rozprostírá mohutný kořenový systém (Šašková a Šolfa, 1993). Širokolistá forma roste na úrodných loukách, pastvinách od nížin po subalpínské pásmo a je to jedna z nejhodnotnějších trav (Šašková a Šolfa, 1993; Ševčíková, 2006). Úzkolistá forma je považována za samostatný druh (*P. angustifolia* L., dříve *Poa pratensis* subsp. *angustifolia*). Nalézá se v nižších polohách (suché stepní louky, cesty, křovinaté stráně, sutě). Snese polostín i méně výživnou půdu. Oproti širokolisté formě je vyšší (50 – 70 cm). Ze všech lipnic je lipnice luční nejranějším druhem (Ševčíková, 2006). Apomixie (nepohlavní rozmnožování rostlin – nový jedinci jsou identičtí s mateřskou rostlinou) se vyskytuje u většiny odrůd lipnic. HTS je 0,2 – 0,3 g. Na podzim lipnice trpí na listové rzi. Díky ní se snižuje kvalita píce (Hrabě a kol., 2004). Kvalitní krmivo je dáno vysokým množstvím sterilních výhonků vůči stéblům, kterých je méně (Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004).

Kostřava červená (*Festuca rubra* L.)

Je vytrvalá, nízká, trsnatá tráva, která má dvě formy: s dlouhými podzemními výběžky (pícninářská odrůda), s krátkými podzemními výběžky (trávníkářská odrůda) (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004). Kvete v květnu až červnu (Šašková a Šolfa, 1993; Grau a kol., 1998). Červenohnědé přizemní pochvy daly základ pro její pojmenování. Kostřava červená je nízká tráva, která zaplňuje přizemní prostor v porostu, zpevňuje drn, obsazuje prázdná místa a z trav je nejotužilejší. Roste v přirozených porostech po celé České republice (Šašková a Šolfa, 1993). Pícninářsky významná je kostřava červená pravá (*F. rubra* subsp. *rubra*), která má dlouhé výběžky, je raná až poloraná. HTS je 0,9 – 1,4 g. Snese nepříznivé klimatické podmínky i chudé půdy. Pro lepší příjem píce skotem, kvůli její nízké kvalitě, se podává pouze ve směsi s ostatními druhy. Je dominantní v nehnojených, extenzivně využívaných porostech. Není vhodná pro krátkodobé jetelotravní porosty pro svůj pomalý vývoj, nízkému výnosu i kvalitou píce (Hrabě a kol., 2004). Nalézá se na loukách, pastvinách, suchých trávnících, cestách (Grau a kol., 1998).

Psineček veliký (*Agrostis gigantea* Roth.)

Je středně vysoká, vytrvalá, výběžkatá tráva (Kubát a kol., 2002; Hrabě a kol., 2004). Původně se taxonomicky psineček veliký pokládal za psineček výběžkatý, který se v dnešní době používá pro golfové trávníky. Jako nejpozdnější tráva má dobu květu až v červenci, proto je vyšší podíl píce v druhé až třetí seči. Jeho rychlý počáteční vývoj předčí ostatní výběžkaté trávy. HTS činí 0,1 g. Nalézá se převážně na vlhkých půdách. Kvůli podprůměrné hodnotě píce se nehodí do intenzivních a krátkodobých porostů (Hrabě a kol., 2004).

3.3. Využívání travních porostů

Intenzita hnojení a termín sklizně ovlivňuje počet sečí. Čím je vyšší dodávka živin, tím se zvyšuje i počet sečí. Optimální termín sklizně je v momentě, kdy je vysoká úroda sušiny přiměřené kvality. Pozitivní vztah sušiny se váže na délku narostlého porostu a jeho výšce. Podle využití pokosené píce se určuje termín sklizně. Sklizně mohou být rozděleny na: jednosečné, dvojsečné a trojsečné. Vyšší počet sečí se nedoporučuje, protože náklady na čtyři seče a zpracování píce jsou větší, jako je nárůst kvality v porovnání se třemi sečemi. V dalších případech je možné využít během vegetačního období 2 – 3 seče a 1-2 pastevní cykly (Vozár a Jančovič, 2014).

Využití podle počtu sečí:

1) Jednosečné – travní porosty, které se nehnojí či velmi výjimečně. Úrodnost takových porostů je 1 – 2,5 t.ha⁻¹ sušiny. Termín sklizně je daný růstovou fází travního porostu. Píce se sklízí jako prevence proti zhoršení botanickému složení a nahromadění stařiny. Jednosečné luční porosty mají vysoký zastoupení bylin, proto se cenní jako diverzitně bohatě kvetoucí louky podhorské a horské krajiny.

2) Dvojsečné – je nejčastěji používaný způsob využívání lučních porostů. Obhospodařování je střední intenzity s úrodností 3 až 7 t.ha⁻¹ sušiny. První seč je rozhodující, protože představuje 60 – 75% celoroční sklizně. Velmi záleží na termínu sklizně první seče. Pozdní pokosení píce má za následek zvýšení obsahu vlákniny, snížení stravitelnosti sušiny a obsahu dusíkatých látek. V druhé seči je stárnutí píce pomalejší. Druhá seč má vyšší podíl jetelovin, trávy vytváří málo fertálních odnoží. Po aplikaci dusíku zastoupení jetelovin se snižuje a výše úrody se stává závislou na dodávaném dusíku (Vozár a Jančovič, 2014).

3) Trojsečné – jsou vysokointenzivní luční porosty hlavně v podhorské oblasti, požadující hnojení dusíkem 150 – 170 kg.ha⁻¹. To se dělí celkově na tři dávky (na jaře a po sklizních). Při přechodu ze dvou sečí na tři se zkracuje délka nárůstu porostu do další seče. Travní druhy reagují na frekvenci sečí kvantitativně rozdílně (Vozár a Jančovič, 2014).

Obsah minerálních a organických látek se mění dle počtu sečí. Vyšší počet sečí se může považovat za pozitivní změnu obsahu těchto látek. Při vyšším počtu sečí vzrůstá obsah dusíkatých látek o 12 – 34 g na 1 kg sušiny, stravitelnost organické hmoty ve srovnání s extenzivně využívaným travním porostem o 15 % a hodnoty NEL o 1,57 MJ NEL v kg sušiny. Výsledky obsahu vlákniny jsou vyvážené a jsou v optimu dle normované potřeby živin pro přežvýkavce. Přejít z dvojsečné na trojsečné, případně čtyřsečné porosty lze pouze se zvýšením dávky hnojiva (Vozár a Jančovič, 2014).

3.4. Ošetřování trvalých travních porostů

Mechanické zásahy:

Vláčení – využívají se k tomu luční či prutové brány obvykle na jaře. Povrch půdy má být zbaven plevelů a provzdušněný. Provádí se ideálně před přisevem. Není to standardní zásah na lučních porostech, protože se při něm vytrhávají výběžky trav, které bez následného válení mohou zaschnout. Negativní dopad tohoto zásahu spočívá ve snížení úrody o 9 – 22 %, což

může po úkonu trvat 3 – 6 let (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Vozár a Jančovič, 2014).

Válení – provádí se na jaře u překypřených lehčích půd po mrazu. Je nutný u nového porostu či po přísevu do stávajícího porostu. Zvyšuje kapilární vodivost půdy a vzlínavost podzemní vody. Tím se zlepšuje zásobování kořenů vodou. Doporučuje se na písčitéch, humózních, kyprých a rašelinových půdách. U jiných typů půd se efekt může lišit. Účinek válení je především na druhovou skladbu rostlin (snížení zastoupení plevelů) než na produkci (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Vozár a Jančovič, 2014).

Smykování – je důležitý a preventivní opatření proti znečištění píce od krtinců či mravenišť při sklizni, které se smykováním rozhrnou (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Vozár a Jančovič, 2014).

Přísevy a přesevy:

Přísev - jestliže je původní travní drn narušen, mluví se o přísevu. Přísevem se u trvalých travních porostů zlepšuje produkce a kvalita píce pomocí zvýšení podílu jetelovin a trav s vyšším obsahem bílkovin a energie. Čím více je narušen drn, tím je úspěšnější přísev. Tímto krokem stoupá biologická fixace dusíku díky jetelovinám a snižují se náklady na obnovu trvalých travních porostů. Celkově je možné provést přísev ve třech termínech. Nejvíce vhodný je jarní přísev, i přes rozmrazující půdu, protože původní porost ještě neobrustá. Druhým termínem je po včasné první seči (konec května). U pozdního letního přísevu je riziko špatných meteorologických podmínek (sucho, vysoké teploty). Před přísevem se porost poseká a píce odklidí. Následuje přiválení a růst se podpoří hnojivem. U náročných trav dosahují dávky dusíku 50 – 70 kg.ha⁻¹ (Šarapatka a kol., 2005; Skládanka a kol., 2014).

Přesev - je rozsívání vhodného osiva na mezerovitý drn bez zpracování půdy či jen povrchové. Osivo je pouze rozhozeno na povrch půdy. Před úkonem je vhodné provést vláčení. Nejideálnějším termínem pro přesev je jaro. Při dostatku vláhy je možné přesev vykonat i během léta (Skládanka a kol., 2014).

3.5. Vliv prostředí na kvalitu píce

Nejvíce ovlivňuje kvalitu píce její stárnutí, avšak na píci působí také biotické a abiotické vlivy, které ve výsledku mohou měnit rychlost růstu, živinové složení a výnos rostliny. Z toho důvodu je meziroční kvalita píce, která byla sklizena ve stejné morfologické fázi, různorodá. Tento fakt ztěžuje predikci kvality píce. Významně na rostliny působí teplota. Vysoké teploty

zapřičiňují tenké stébla trav, rychlejší vyžívání (dřívější kvetení, krátká doba kvetení, rychlý vývin listů, nejdříve se vyvíjí stébla, což mění poměr stébla/listy) a je rychlejší lignifikace pletiv. Optimální teplotou pro mírné pásmo je 20 °C a teplé pásmo 30 – 35 °C. Vyšší teploty zvyšují obsah vodorozpustných sacharidů, ale snižují jejich stravitelnost pro bachorové mikroorganismy a mění se obsah sušiny. Nedostatek vody brzdí růst a tvorbu stébel, krátí jejich délku a zvyšuje zastoupení listů oproti stéblům. Ve výsledku deficit vody zlepšuje kvalitu píce, ale značně snižuje výnos. Zastínění rostliny způsobuje nižší výnos o 43 %, obsah ligninu 4%, NDF 3 % a stravitelné hmoty o 5 %. Pokud je zastínění ze 2/3, zvýšil se obsah dusíku o 26 % (Míka a kol., 1997). Stanoviště se může rozdělit podle vodního a výživného režimu. Podle vodního režimu se rozděluje stanoviště na xerofytní, mezoxerofytní, mezofytní, mezohygrofytní a hygroyfnytní. Výživný režim se dělí na půdy oligotrofní, mezo oligotrofní, mezotrofní, mezoeutrofní, eutrofní (Skládanka, 2014).

3.6. Termín sklizně

Luční porost postupným stářím mění své vnitřní složení (obsah vlákniny a dusíkatých látek), proto je nutností sklízet píci na seno v optimálním termínu. Právě výživná hodnota koreluje s druhem pícniny, rychlostí lignifikace a hlavně vegetačním stádiem sklizně. Ideální doba pro sklizeň píce, aby seno bylo co nejkvalitnější, je u trav a jetelovin rozdílná. Začátek metání trav je signálem, že je načase začít sklízet píci (Kudrna a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014). Hlavně 1. nárůst, kdy travní porost měří 30 – 40 cm a produkuje kvalitní píci s dobrým výnosem, by neměl dospět později než do metání srhy. V tomto momentě je obsah vlákniny 25 – 26 % v sušině, energie 6 MJ NEL/kg sušiny, dusíkatých látek (po správném hnojení a zastoupení jetelovin) 13 – 15 % v sušině a stravitelnost organické hmoty dosahuje 70 % (Buchgraber, 2005). U jetelovin je sklizeň vhodná v době butonizace (= vytváří se květní poupata), kdy obsahují vyšší množství bílkovin a nižší množství vlákniny. Doba květu či po ní je nevyhovující, jelikož se rapidně zvyšuje obsah vlákniny a zároveň se snižuje stravitelnost organické hmoty. V tomto ohledu je problematický příjem píce zvířaty (Kudrna a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004; Buchgraber, 2005; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014). Právě vysoký obsah vlákniny, nízký obsah bílkovin a nízká koncentrace metabolizovatelné energie jsou typické znaky pro nekvalitní píci (Arroquy et al., 2004). I přes tento fakt je v praxi běžné, že se termín pro sklizeň píce na seno nechává na pozdější dobu. Nemělo by se tak dít, protože mezi termínem sklizně a přestárlou píci je velmi krátká doba cca 10 – 12 dnů (Kudrna a kol., 1998; Hrabě a kol., 2004; Buchgraber, 2005; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a

kol., 2014). Ztráty na využitelné energii (NEL) u zpožděné sklizně jsou u trav 0,26 MJ/kg sušiny a jetelovin 0,78 MJ/kg sušiny (Mašek, 1006).

Dle Hraběte a kol. (2004) je důležité zahrnout při sklizni nejen maximální výnos píce, ale též její kvalitu. Energetická hodnota, sacharidy, minerální a dusíkaté látky, mikroelementy a vitaminy, to vše ovlivňuje kvalitu pícnin. Při sklizni trav a jetelotrav činí obsah vody 80 – 85 % a sušiny 15 – 20 %. Nejenom na agrotechnické požadavky je nutné se ohlížet. Důležitou roli mají i agrometeorologické požadavky.

U jetele, kde je pomalejší průběh lignifikace se může počkat se sklizní do začátku kvetení (maximálně do 1/3 rozkvetlých palic). Po nesčetných analýzách nelze přesně vytyčit jednotlivé dny, kdy je třeba začít luční porost sklízet. Doba sklizně podléhá a mění se podle počasí (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

Tabulka 1: Vliv vegetační fáze na kvalitu travního porostu při sklizni (Doležal a kol., 2014)

Termín sklizně	Vývojové stádium	Obsah vlákniny v sušině (%)	Stravitelnost organické hmoty (%)
I. velmi časný	před metáním	< 22	> 78
II. středně časný	v metání	22 – 25	73 – 78
III. středně pozdní	počátek kvetení	26 – 28	66- 72
IV. pozdní	konec kvetení	29 – 32	60- 65
V. velmi pozdní	přestárlý porost	> 32	< 60

Ideální čas sklizně je první základní předpoklad k výrobě hodnotného sena. Z přestárlého porostu se nikdy žádným postupem nezíská dobré seno. Odlišná doba vegetačního stádia a třídy kvality píce z první seče zapříčiňuje různý obsah živin.

Podíl na ztrátách stravitelnosti organických živin v seně má z:

- 1) až 20 % pozdní pokos
- 2) 20 % mechanický odrol při sklizni
- 3) 10 – 25 % vysoká vlhkost při sklizni či vliv samozáhřevu
- 4) 5 % doba zavadání pícnin na pokosu

(Hrabě a kol., 2004; Doležal, 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014)

Ztráty se rozdělují na kvalitativní a kvantitativní. Mezi první zmíněné se řadí nižší obsah bílkovin, vitaminů, apod. Neposečení, nesebrání či ztracení píce z přepravního stroje patří mezi kvantitativní ztráty (Mašek, 2006).

3.7. Stroje pro sklizeň sena

Výběr vyhovující mechanizace, způsobu a doby sklizně má přímou spojitost s konečnou kvalitou sena. Při nevhodné volbě stroje můžou vzniknout ztráty při úkonech na stanovišti (vytrhané drny, mechanizace špatně kopíruje terén, nadměrné prášení, apod.). To je příčinou výskytu půdních mikroorganismů v seně, kde poté účinkují antinutričně (Kudrna a kol., 1998).

Mnoho výrobců strojů mají různé typy mechanizace pro sklizeň s různou výkonností, velikostí (šíře záběru) a rozličnou cenou. Kvalita, výkon, produktivita a cena těchto strojů určuje, co si každý zemědělec zakoupí. Na začátku je třeba vytvořit pracovní postup sklizně, od kterého se odvíjí kompletní technologie sklizně a té se podřizují zbylé články. Konečný výsledek je v kompletní strojní lince, která bude vyhovovat produktivitou a výkonností práce. Výkonnost ovlivňuje záběr mechanizace a pracovní rychlost (Červinka, 2002).

3.7.1. Žací stroje

3.7.1.1. Žací stroje prstové

Sečení u těchto strojů je založeno na principu stříhu a jeho realizace je možná tím, že pohyblivá část – kosa, na které jsou přinýtovány nožičky (žabky), useče stéblo při přidržení a působení nepohyblivé části prstu (s řeznou vložkou). Takový řez je hladký a rovný a jako takový je u sečení (obzvláště jetelovin) vyžadován. Výška strniště na lukách nesmí přesahovat 50 – 60 mm a u polních pícnin 60 – 80 mm. Pokud zůstane značně vysoké strniště (např. špatným posečením polehlého porostu), je obrůstání trav a jetelovin ztíženo tím, že staré zbytky rostlin zabraňují přístupu světla a vzduchu k nově vyrůstajícím lodyhám jetelovin a výhonkům trav. Zvýšením výšky sečení o 10 mm se snižuje výnos o 300 – 400 kg sušiny z 1 ha, naopak příliš nízké sečení (pod 30 mm) zhoršuje obrůstání jetelovin a trav, a tím i zhoršuje následující výnosy biomasy. Vzadu připojené žací stroje mají pro zemědělce tu nevýhodu, že blokují připojení strojů pro ošetřování pokosu. Proto jsou výhodnější žací stroje připojené mezinápravově, které umožňují dobrý přehled a kontrolu sečení i možnost vzadu připojit sběrací vůz, nebo stroje pro čechrání a úpravu pokosu (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.1.2. Žací stroje bezprstové

Konstrukce žacího stroje bezprstového se základním provedením se neliší od žací lišty prstové. Podstatně se však liší žací ústrojí, které tvoří dvě protiběžné kosy, držené v záběru speciálními přidržovači. Pohon klikového mechanismu je řešen mechanicky nebo hydraulicky. Tyto žací stroje jsou pro svou vyšší výkonnost a provozní spolehlivost u zemědělců pracujících na malých farmách oblíbenější než žací stroje prstové (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.1.3. Rotační žací stroje

Konstrukce rotačních žacích strojů se ustálila na dvou základních typech – a) rotační žací stroje bubnové (s horním pohonem), b) rotační žací stroje kotoučové – diskové (se spodním pohonem). K rotačnímu žacímu stroji se připojuje upravovač pokosu (kondicionér) a také se může rotační žací stroj vybavit dopravníkem pro odkládání (překládání) řádku. Rotační žací stroje se neucpávají, protože mají dostatečnou rychlost nožů do řezu, snadněji sečou hustší porosty (s vyššími výnosy). Umožňují sečení vyšší pojezdovou rychlostí než žací stroje klasické a tím zvýšení výkonnosti. Jejich nevýhodou zůstává potřeba vysokých příkonů a téměř trojnásobně vyšší ceny (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.1.3.1. Rotační žací stroje bubnové

Jsou určeny k sečení všech druhů nízkostébelnatých píce, zejména pak jsou vhodné pro práci v těžších podmínkách – například při sečení polehlých porostů nebo za vlhka. Jejich mírnou nevýhodou oproti diskovým je vyšší hmotnost. Naopak výhodou je lepší skládání píce do řádků i bez použití lamače nebo odkladače řádků (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.1.3.2. Rotační žací stroje diskové

Jsou určeny taktéž zejména k sečení všech druhů nízkostébelnatých píce na souvislých pozemcích s rovným povrchem bez většího výskytu kamenů. Umožňují snadnější konstrukci a připojení kondicionéru (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.2. Upravovače pokosu

V souladu se slučováním jednotlivých operací z energetických důvodů, z důvodů snížení počtu přejezdů a z důvodů urychlení vysychání pokosu se objevily v konstrukci rotačního žacího stroje systémy k úpravě a k zrychlení vysychání pokosu. U rotačních žacích strojů s čechracím a upravovacím ústrojím požadujeme úpravu píce tak, aby rychleji vysychala a aby ztráty jak hmoty, tak i živin byly co nejmenší. Splnění těchto požadavků umožňuje nový způsob úpravy píce současně se sečením – „otírání“ (odírání). Úprava píce čechráním a

otíráním (odíráním) je dána působením aktivní a pasivní části upravovacího ústrojí. V základním provedení jsou rozšířeny dvě technická provedení úpravy řádku: a) úprava kondicionérem nebo mačkacími válci přímo na žacím stroji (žací čehrače, žací lamače, žací mačkače), b) úprava samostatným strojem – přívěsným kondicionérem nebo přívěsným mačkačem (v kombinaci s čelně neseným rotačním žacím strojem) (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

3.7.3. Obraceče

Píce se obrací kvůli rychlejšímu vysychání rozprostřené píce (Mašek, 2006). Musí umožňovat rovnoměrné rozhození pokosu, včetně případných hromádek a zalehlých pokosů. Mají obrátit pokos nebo píci rozprostřenou na široko, přičemž obracení musí být rovnoměrné, spodní vrstvy mají být uloženy nahoru a píce má být načechraná. Z celé řady konstrukcí čehračů a shrnovačů se používají v zemích, kde se sklízí pícniny na seno a senáž, většinou rotorové obraceče a shrnovače (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004; Mašek, 2006).

3.7.4. Shrnovače

Mají shrnout rozprostřenou píci do souvislých řad vysokých max. 0,8 m a širokých 1 – 2 m, o hmotnosti na jeden metr řádku maximálně 8 kg. Ztráty neshrnutím mají být maximálně 3 %, odrolem do 1,5 %. Píce se nemá znečišťovat, do řádku se nemají zabalovat cizí předměty. Při shrnování a při vytváření řádku je z hlediska ztrát rozhodující obsah sušiny. Do obsahu sušiny 45 – 50 % je riziko ztrát malé. Při vícenásobném obracení a shrnování stoupají ztráty, které mohou činit 110 až 130 kg sušiny na 1 hektar (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004; Mašek, 2006).

3.7.5. Sběrací vozy

Strojní linky se sběracími vozy představují nejrozšířenější způsob řešení mobilní části strojních linek sklizně pícnin na seno. V poslední době se sběrací vozy s řezacím ústrojím výrazně prosadily do linek pro senážování trav a jetelotrav. Sběrací vozy se uplatňují při sklizni sena jak v oblastech rovinatých, tak i v oblastech horských a podhorských. Použití a vhodnost sběracích vozů pro sběr suchého materiálu je z hlediska využití užiteční hmotnosti špatné. Plného využití užitečné hmotnosti sběracích vozů se dosahuje pouze při sklizni zavadlé hmoty (při vlhkosti 50 – 60 %). Vhodnost použití sběracích vozů je ovšem omezena pouze na kratší přepravní vzdálenost (do 2,5 – 3 km). Sběrací vozy nejsou investičně náročné, jsou provozně spolehlivé a mají vysokou výkonnost (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004).

Sběrací vozy jsou určeny pro sběr, nakládku, pořezání a dopravu tenkostébelnaté píce a slámy ležící na řádcích, a to v zeleném i zavadlém stavu (Mašek, 2006).

3.7.6. Sběrací lisy

Je možné používat při sklizni pícnin na seno tam, kde je stále počasí a kde se dosáhne velmi rychlého usušení pícní hmoty. Pro sklizeň sena je nutné, aby sušina sbíraného materiálu dosahovala 81 – 83 % (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006). Při sušině pod 75 % dochází k napadení píce plísněmi produkujícími toxiny a k znehodnocení lisovaného materiálu. Případné lisování pícní hmoty je v takovém stavu možné jen s použitím konzervačních přípravků. Balíkové seno se často skladuje volně bez zakrytí (ztráty sušiny dosahují až 30 %); zakrýt plastovou fólií se může jen suché seno (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006). Sběrací lisy sbírají ze shrnutých řádků zavadlý nebo častěji suchý stébelnatý materiál (píci, slámu), dále jej řežou, slisují a svážou do balíků seřiditelné velikosti a slisovanosti. Podle tvaru jsou balíky hranolové a válcové. Řezáním a lisováním se zvýší objemová hmotnost materiálu a úměrně se zvýší využití dopravních prostředků i skladovacích prostor (Mašek, 2006).

Technologicky je u jetelovin problém vyrobit kvalitní seno a zároveň minimalizovat ztráty odrolem při obsahu sušiny 81 – 83 %. Postup pomocí svinovacích lisů je vhodný u travních lučních porostů, kde nehrozí takové ztráty odrolem a rychlost zavádání je jednodušší. Pro vojtěškové seno se používají lisy na hranolovité balíky s odlišně plněnou komorou. Běžným problémem je nesplnění limitu obsahu sušiny či nevyrovnané zavadnutí (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006). Při vyšší vlhkosti píce více než 25 % se nedoporučuje lisování do balíků, i když se použijí konzervační prostředky, z důvodu vyššího plesnivění a kompletnímu znehodnocení sena. S vlhkými balíky sena by se mělo správně manipulovat, znemožnit dalšímu pronikání vlhkosti do píce a zabránit extenzivnímu zahřívání (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

Konzervační prostředky potlačují mikrobiologické procesy (zvláště plísně), ale zachovávají živiny v seně. Pro ochranu vlhkého lisovaného sena při jejich aplikaci se musí dodržovat obsah sušiny, koncentrace účinné látky, druh a účinnost chemického prostředku, způsob a včasnost aplikace, podmínky při skladování. Antifungální látky by měly být snadno aplikovatelné, mít výživnou hodnotu, vysokou účinnost při nízké koncentraci, ekonomicky dostupné, částečně hygroskopické a těkavé, v praxi bezpečně využitelné a systematicky vhodné. Konzervační látky mají snížit celkové množství využitelné vody (chlorid sodný),

koncentraci výskytu kyslíku (oxidy C a N) a změnit pH (NaOH, močovina, organické kyseliny, amoniak). Správná aplikace antifungálních látek je základ pro dobrou konzervaci vlhkého sena. Můžou se použít různé systémy aplikace v průběhu výroby sena. Během sklizně porostu (při zavadání, před balíkování či při balíkování), lisování (do sběracího ústrojí lisu, lisovací komory) nebo po slisování balíků (injektáž plyných látek – amoniak). Samotné kyseliny se kvůli vysoké těkavosti (1/3 ztráta odpařením), nepříjemnému zápachu a korozivnost nepoužívají. Směsi kyselin s přísadami amonných solí (mravenčan vápenatý či amonný) obsáhnou větší antimikrobiální spektrum i sníží korozivnost těchto směsí, ale snižují významně obsah beta-karotenu (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

3.8. Sušení sena

Sušení sena na pokosu do správného obsahu sušiny se používá už z dob zemědělské malovýroby. Využívá se při tom slunečního záření a optimálních klimatických podmínek. Zároveň je to jeden z nejlevnějších způsobů výroby, byť organizačně obtížnější (Šarapatka a kol., 2005; Mašek, 2006). Proto se má posekat takové množství píce, které je možné usušit a skladit za 2 – 5 dnů. Pokud píce zvlhne znovu, vede to ke zvýšení ztrát i k přítomnosti plísní (Kudrna a kol., 1998). Proces sušení má dvě fáze. První fáze je zavadání – transpirací a z porušeného povrchu rostlinných orgánů odchází volná voda (nalézá se na povrchu rostlin, v mezibuněčných prostorách, ve vakuole). Tento proces trvá 2- 3 dny až do odumření rostlin. Druhá fáze je dosoušení a začíná po odumření rostlin (Šarapatka a kol., 2005; Mašek, 2006). Jen fyzikálním výparem se postupně odpařuje voda. Kvůli zvyšujícímu turgoru (pnutí) buněk se zbytek vody v buňkách stává nedostupnou pro mikroorganismy (Kudrna a kol., 1998). Správné sušení sena inhibuje enzymovou aktivitu a zachová nutriční hodnotu píce (Pelletier et al., 2010). Jako prevence proti nepříznivému počasí, kdy dochází ke ztrátám kvality i množství píce, se může dosoušet v senících (Šarapatka a kol., 2005; Mašek, 2006). Rychlost usušení rostlin závisí i na druhu pícniny (jeteloviny schnou déle než trávy), úpravě píce (mačkání, lámání), vegetačním stádiu (mladá píce obsahuje více vody a její sušení je delší), počtu obracení a na výnosu (vysoká vrstva píce schne pomaleji). Významně působí i počáteční obsah vlhkosti, rychlost proudění vzduchu a teplota (Hrabě a kol., 2004; Šarapatka a kol., 2005; Doležal a kol., 2006). Při zavadání posečené píce záleží na její rovnoměrnosti. Silné řádky zavadají nerovnoměrně ve stínu a na zhutněných řádcích. Pozornost tomu musí věnovat agrotechnik, mechanizátor i řidič sklizňové linky. Opatřením může být zvolení vhodné mechanizace (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006).

3.9. Dosoušení a skladování sena

Kvůli potřebě zajistit nezávadné, hodnotné seno se vystavily velkokapacitní seníky, kde se podle potřeby dosouší ventilátory a následně se nechává uskladněné. Pro naskladnění musí mít vojtěška minimální obsah sušiny 60 % a tráva o 5 % více (65 %) (Kudrna a kol., 1998; Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004). Špatně předsušená píce, která se řádně nedosuší, vytváří ideální místo pro samozáhřev. Intenzivní větrání nastává ve chvíli, kdy stoupne teplota nad 24 °C. Na nejvyšší výkon běží ventilátory, pokud se teplotu nedaří snížit a její hodnota překročí 30 °C. V případě nedostatečného ochlazování je možné do ventilátoru přidat přípravek tlumící činnost plísní (čpavková voda, přípravky na bázi kyseliny propionové). Seno se musí postupně odebírat po menších vrstvách při neustálém větrání, aby nedošlo ke vznícení (Kudrna a kol., 1998).

Seno, které má 85 % a více sušiny se může dlouhodobě skladovat, protože při obsahu vlhkosti do 14 % se zastavuje nechtěná mikrobiální činnost. U sena, které má menší obsah sušiny než 80 % dochází k enzymatickému odbourávání sacharidů, bílkovin a zvýšení vlákniny (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Doležal, 2006). Při nižším procentu sušiny se musí dosoušet. U dosušování na rostech se doporučuje instalovat po jednom ventilátoru s nižším výkonem pro každý odvětrávací kanál, kvůli nižší hlučnosti, rovnoměrnějšímu přívodu vzduchu a nízkým provozním nákladům než je tomu u výkonnějšího ventilátoru na tři kanály. Je třeba dbát určitých pravidel. Optimální rychlost proudění sušícího vzduchu v seně je 0,1 m/s, rychlost proudění vzduchu vstupujícího z dosoušené píce ve vrstvě 6 m by neměla být nižší než 0,06 m/s. Tolerance rovnoměrnosti proudění vzduchu je ± 30 %. Střední rychlost proudění vzduchu ve vzduchovodech by neměla přesáhnout 10 m/s. Pronikání vzduchu klade každý druh rostliny jiný odpor v závislosti na jejich různorodý obsah sušiny a skladovací výšce. Podle toho se musí uzpůsobit výkon ventilátorů. Dohromady by výška všech vrstev neměla přesáhnout víc jak 6 m (maximálně 8 m). Při teplotě cca 20 °C se dosuší jedna vrstva sena venkovním vzduchem za zhruba 8 dnů (Kudrna a kol., 1998).

Seno se dosouší v závislosti na počasí a vlhkosti píce. K sušení se používá především tepelně neupravený venkovní vzduch. Pokud je 80% vlhkost sušícího vzduchu, vypínají se ventilátory, kvůli zabránění zvlhnutí sena. Nedoporučuje se sušit časně ráno, v noci, za mlhy, deště a rosy. Při dlouhodobých nepříznivých podmínkách je nutné k dosoušení sena použít tepelně upravený vzduch (Červinka, 2002; Hrabě a kol., 2004). V průměru jsou ztráty na živinách při dosoušení teplým vzduchem 15 – 20 %, kdežto při sušení na zemi 30 – 40 %. Pokud je nepříznivé počasí tak i 50 – 60 % (Doležal, 2006).

Častější je skladování sena ve válcovitých či hranatých balících. Lisovací stroje dokážou slisovat 150 až 300 kg/m³. Výhodou je úspora místa a jednodušší manipulace. Stroje usušené seno, s minimálním obsahem sušiny 80 %, lisují do balíků převážně rovnou na poli či louce. Je možná i kombinace dosoušení sena v seníku s následným lisováním do balíků. Nemusí se čekat na moment, kdy bude seno dostatečně usušené (Kudrna a kol., 1998).

3.9.1. Samozáhřev sena

Samozáhřev sena je mikrobiální proces, při kterém jsou vysoké ztráty na živinách, a snižuje se významně kvalita píce. Nutriční hodnota krmiva samozáhřevem klesá (snížení energie a stravitelnost organických živin), snižuje se i využitelnost bílkovin a Maillardovou reakcí vznikají nestravitelné produkty. Při každém takovém tepelném poškození se snižuje stravitelnost a nutriční hodnota o 10 – 100 %. Při zvýšení teploty nad 70 °C, díky mikrobiální aktivitě a respiraci sena, může dojít bez přístupu kyslíku k zuhelnatění sena a za přístupu vzduchu k požáru. Pokud je vlhkost pod 18 % neměl by samozáhřev vůbec začít. Vyšší skladovací vlhkost či ovlhčení již suchého sena vytváří podmínky pro rozmnožení plísní a ty mohou začít produkovat velké množství spor a nebezpečných mykotoxinů, které mají negativní účinky na zdravotní stav zvířat. Jakýkoliv samozáhřev sena je proto nežádoucí. Nerovnoměrný obsah sušiny, ovlhčení z infiltrace půdy (pozdní svoz slisovaných balíků), vlhké seno, vyšší podíl ruderálních plevelů s obtížnějším zavadáním, velké zhutnění vrchní vrstvy a špatné uskladnění jsou příčiny samozáhřevu sena (Hrabě a kol., 2004; Šarapatka a kol., 2005; Doležal a kol., 2006).

3.9.2. Význam měření teploty

Pravidelné měření teploty je prevence proti samozáhřevu sena a má dva významy. V prvním případě upozorňuje na nadměrný záhřev a odehrávající se mikrobiální aktivitu v seně, kdy musí po tomto zjištění následovat jeho okamžité ochlazení. Při dlouhodobém skladování sena volně loženého i slisovaného pod střechem, zvláště při prvních dvou měsících, má měření teploty protipožární účel. Teplota sena v rozmezí 50 – 60 °C je mezní hodnotou, pokud však dojde k jejímu zvýšení, je třeba seno vyskladnit za přítomnosti hasičské služby, kvůli produktům samozáhřevu jako jsou výbušné plyny a stery (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006).

3.9.3. Výskyt plísní v seně

Při nepříznivých podmínkách v době sklizně se mohou vyvíjet plísně rodu *Fusarium* sp., *Mucor* a *Penicillium*. Jejich metabolity jsou pro zvířata nebezpečný, proto se jako prevence

doporučuje urychlit proces zavádání či aplikovat chemická aditiva, kdy se předchází respiratorním ztrátám a růstu plísní. Větší hrozba pro zdraví zvířat je však u skladištních plísní a mikroskopických hub při skladování sena. Vlhkost vyšší než 70 % a obsah sušiny v substrátu menší než 80 % aktivují mikroorganismy. Seno začne plesnivět při teplotě cca 20 °C, avšak rychlejší mikrobiální proces je při teplotě 30 – 40 °C. Působením mikroorganismů v souvislosti s relativní vlhkostí, obsahem sušiny a teplotou jsou ztráty původní sušiny v rozmezí 10 – 29 %. Podíl na ztrátě u plísní je na poli mnohem nižší, kolem 1 – 2 %. Závažný problém je účast mikroorganismů na samozáhřevu sena a snížení jeho kvality. I u čerstvě volně loženého sena je možný výskyt plísní, proto je cílem snížit jeho teplotu a ventilovat ho bez zřetele na relativní vlhkost vzduchu. Předsušené seno se dosouší podle potřeby v závislosti na teplotě sena a vlhkosti vzduchu, která by měla být nižší než 75 %. U vyšší vlhkosti vzduchu se aplikuje přerušovaná ventilace, ale i v momentě, kdy teplo vytvořené respirací má za následek zvýšení teploty pro sušení. Při zvýšení teploty sena o 5 - 10 °C a více naznačuje, že se v seně stále odehrávají respirační a mikrobiální procesy (Hrabě a kol., 2004; Doležal a kol., 2006).

3.9.4. Halové seníky

Dřívější kapacita uloženého sena v halových senících byla 4 – 5 tisíc m³ (dohromady 300 – 400 tun sena). V současné době je vyšší (7 - 8 tisíc m³ užitného prostoru). Zastavěná plocha seníku je většinou 1 200 m² (délka 60 m x 18 m). Stavební modul přibližně 6 m. Rozpon jeřábové dráhy je 16,5 m. Na 1 tunu sena je potřeba 12,6 m³ prostoru. V přepočtu to vychází, že na 1 m³ připadá 90 kg sena. Seníky se mohou lišit použitým materiálem a kapacitou drapákových jeřábů. Dále i:

- 1) typem roštů (nepřejezdné, přejezdné, průjezdné s teleskopickým řešením)
- 2) způsobem přejímky zavadlého sena
- 3) technologií dosoušení
- 4) způsobem ovládání ventilátorů (ručně, automaticky), evidencí a měřením teploty

Celkový výdej energie na provětrání 1 tuny sena je 120 – 180 kWh, na přeskladnění a převrstvení zhruba 1 – 2 kWh. Spotřeba energie je však velmi proměnlivá a záleží zejména na vlhkosti naskladněného sena, výšce vrstvy, výkonnosti ventilátorů, ale také teplotě a relativní vlhkosti používaného venkovního vzduchu (Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

3.9.5. Věžové seníky

Jde o zastřešené, perforované kovové stavby v průměru 9 m, 10,5 m a 12 m a o výšce 12 – 14 m. Objemová hmotnost uloženého sena je zhruba 100 – 150 kg/m³. Kapacita seníků je od 150, 225 až 300 tun sena. Požadovaná délka řezanky naskladňovaného sena se pohybuje v rozmezí 100 – 150 mm. Plnění seníků je horní pomocí otáčecích ramen s paprskovými koly.

Mezi nevýhody patří vyšší investiční náročnost technologického zařízení a až 3krát vyšší náročnost na spotřebu elektrické energie oproti halovým seníkům. Výhodou věžových seníků je dobré provětrávání, které je vhodné pro travní seno (vliv pneumatické dopravy) a nižší náročnost na lidskou práci (až 20x) než u halových seníků.

Naskladňovací technika může mít výkon až 50 tun za hodinu. Maximální jednorázová výška naskladňovaného vlhkého sena je 5 – 6 m. Doplnění sena do maximální výšky trvá 3 – 8 dnů. Věžové seníky jsou v České republice méně početně zastoupené oproti halovým seníkům. Je nutností zavedení a dodržování zvláštních protipožárních a bezpečnostních předpisů při povolení stavby seníků, zejména pro agregáty k ohřevu vzduchu (Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

3.9.6. Solární seníky

Užitečný příkon činí 200 až 400 W na m². Využití solární energie umožňuje ohřát vzduch o 3 až 5 °C pro polovinu ventilátorů a tím prodlouží a zefektivní denní dobu sušení až na 10 hodin. Zvýšení vodní jímavosti vzduchu z 0,7 až na 3,3 g vody/1 m³ vzduchu vede ke zrychlení procesu dosoušení. Podmínkou je situovat stěnu s ventilátory na jižní nebo jihovýchodní stranu. Sluneční kolektor s ohřívací plochou 1800 – 2000 m² je umístěn na střeše seníku (světlo propustná vrstva skelného laminátu zvýší výkonnost sušení až 2,5 krát, při spotřebě energie 25 – 40 kWh/tun sena. Účinnost solárních seníků je asi 25 až 35 % a u světlopropustných variant až 50 %. Při příznivém počasí je zisk energie z 1 m² asi 1 kWh. Solární zařízení představuje větší investici (320 tisíc Kč/m²), která je návratná za 4 – 5 let. Efektivní využití vyšší teploty použitého vzduchu představuje zvýšení výživné hodnoty sena (Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

3.10. Hodnocení kvality sena

Seno se hodnotí sensoricky, podle obsahu živin a energie. Při sensorickém hodnocení sena se sleduje barva, vůně, olíštění a znečištění (Doležal, 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014).

Barva – je významně spojená s kvalitou sena. Optimální barva kvalitního sena je olivová až tmavě zelená, či s menším rozdílem od tohoto odstínu. Nekvalitní vymoklé seno má šedou až bílou barvu. Při samozáhřevu je seno obvykle živinově prázdné a má tmavohnědou až černou barvu.

Vůně – charakteristická pro seno je aromatická – senná. Nekvalitní seno se vyznačuje nevýrazným až žádným pachem. Při druhém extrému může mít pach zatuchlý nebo plesnivý.

Olistění – záleží na struktuře sena, která je daná druhovým zastoupením a stupněm olistění rostlin. Optimálně je seno měkké a má vysoký podíl lístků. Seno drsné se zdřevnatělými stonky je ukazatel nekvalitní výroby.

Znečištění – seno nemá být žádné či velmi nízké. Nekvalitní seno vykazuje prašnost, obsah nežádoucích příměsí (hlína, plevele, apod.) či plesnivost.

Kvalitní seno musí být čisté, dobře a rovnoměrně usušené a vhodné k dlouhodobému skladování.

Seno se dělí do 4 skupin podle původu:

- 1) seno čistých jetelovin
 - 2) seno jetelotravní sladké (vojtěškotráva, jetelotráva) - obsahuje minimálně 80 % podíl hodnotných rostlin
 - 3) seno travní a luční polosladké - obsahuje minimálně 60 % podíl hodnotných rostlin
 - 4) seno kyselé - z méně hodnotných až nutričně nekvalitních rostlin
- (Doležal, 2006; Doležal a kol., 2013; Doležal a kol., 2014)

Tabulka 2: Stanovení kvality sena podle obsahu NL a vlákniny (%) (Doležal a kol., 2014)

Kvalita sena	NL (%)	Vláknina (%)
Luční		
Výborná	> 13,0	< 23,0
Velmi dobrá	10,1 – 13,0	23,0 – 29,0
Dobrá	6,0 – 10,0	29,1 – 31,0
Podřadná	< 6,0	> 31,0
Otava		
Výborná	> 12,0	< 18,0
Velmi dobrá	10,1 – 12,0	18,0 – 26,0
Dobrá	6,0 – 10,0	> 26,0
Podřadná	< 6,0	> 26,0

Tabulka 3: Posouzení sena podle vlákniny a energie z chemického rozboru (DLG) (Doležal a kol., 2014)

Termín sklizně	Vláknina	Obsah energie NEL
	g. kg sušiny ⁻¹	MJ. kg sušiny ⁻¹
Velmi časný	< 250	5,7 – 6,1
Ještě časný	250 – 280	5,3 – 5,7
Obvyklý	280 – 310	4,5 – 5,3
Velmi pozdní	> 310	< 4,2

3.11. Systém hodnocení krmiv

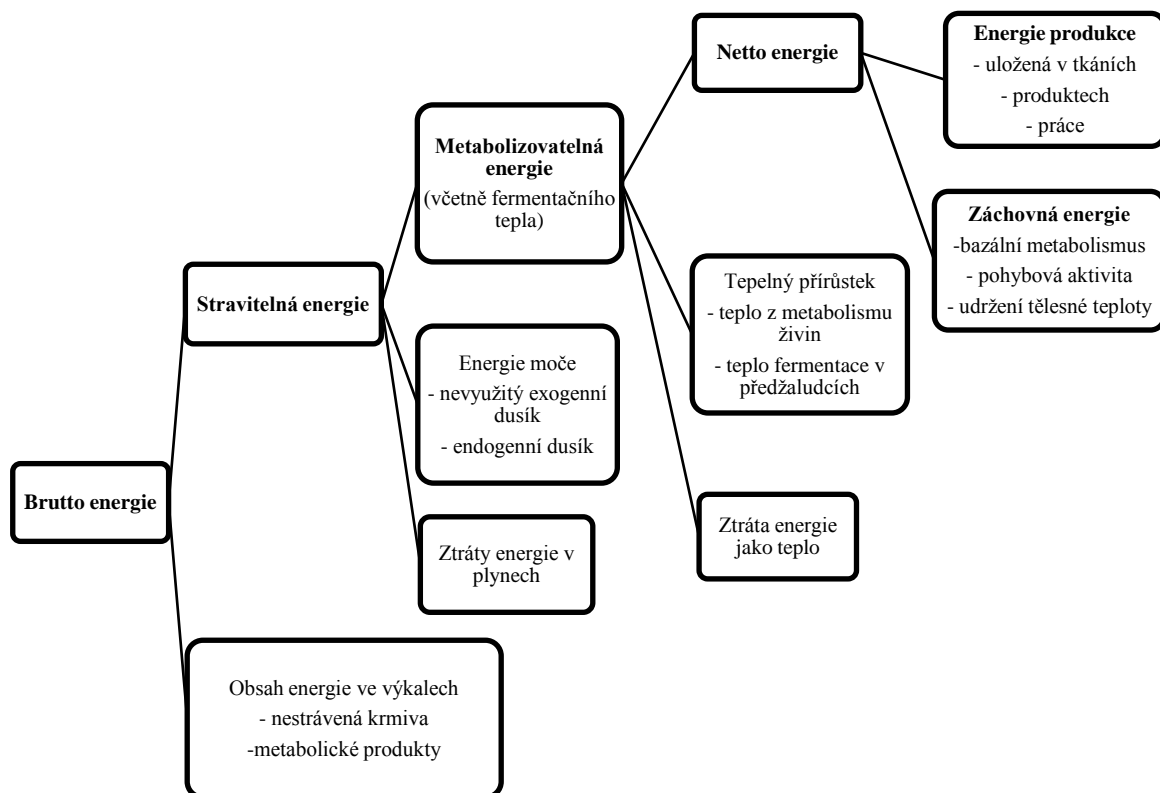
Původně se k hodnocení krmiv používala senná jednotka, kterou zavedl roku 1810 Thaer (Kudrna a kol., 1998). Po vědeckých experimentech na volecích v roce 1908 zavedl Kellner škrobovou jednotku/hodnotu (ŠJ, ŠH) (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Veselý, 2006). Základem hodnocení byl tukotvorný účinek stravitelného škrobu, který se porovnával s tukotvorným účinkem ostatních organických živin krmiva. Systém hodnocení s pomocí škrobové jednotky se používal až do devadesátých let minulého století (Kudrna a kol., 1998; Veselý, 2006). Vědecký výzkum, na základě nových poznatků ohledně metabolismu energie, později prokázal nedostatky systému Kellnerovy škrobové jednotky. Toto hodnocení se nedalo aplikovat pro vysokoužitkové dojnice a zároveň u intenzivního výkrmu skotu, protože tukotvorný účinek krmiva nelze současně použít k vyjádření účinnosti využití energie pro

záchovu a k různým druhům produkce. Tento fakt znemožňoval korekci na úroveň výživy (Kudrna a kol., 1998; Veselý, 2006). V dnešní době se používá systém hodnocení energie pro přežvýkavce, vybraný z mnoha systémů vědeckým týmem vedeným panem Doc. Venclem, Csc, který zohledňuje využití metabolizovatelné energie k různým druhům produkce. Jednotky NEL (netto energie laktace) a NEV (netto energie výkrmu) již umožňují korekci na úroveň výživy a původní nedostatky odstranily (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Veselý, 2006). Vyjadřuje se v mezinárodních jednotkách joul (J) a jeho násobky kilojoul (kJ) a megajoul (MJ) (Kudrna a kol., 1998).

Schopnost krmiva uhradit požadavky zvířete na energii je důležitým ukazatelem nutriční hodnoty. Každý životní pochod v těle zvířete potřebuje energii. Přeměny energie v živém organismu jsou společným rysem metabolických přeměn živin. Heterotrofní organismy uvolňují energii ze strávených živin v intermediárním metabolismu. Energie přijatá v krmivu je postupně uvolňována a ukládána v makroenergetických vazbách ATP a je využita na všechny životní procesy (činnost orgánů, pohyb zvířat, regulace tělesné teploty, ukládá se v rostoucích tkáních a v produktech). Část energie krmiva se vylučuje nestrávená a nevyužitá ve výkalech, moči a plynech (Vencl a kol., 1991; Míka a kol., 1997; Veselý, 2006).

3.11.1. Biologické třídění energie

Obrázek 1: Rozdělení energie (Vencl a kol., 1991)



Brutto energie (BE)

Množství tepla uvolněného dokonalým spálením vzorku v kyslíkové atmosféře ve spalovacím kalorimetru za předepsaných podmínek (Vencl a kol., 1991; Míka a kol., 1997; Hrabě a kol., 2004; Veselý, 2006).

Stravitelná energie (SE)

Brutto energie krmiva, od které je odečtený celkový obsah energie ve výkalech i s energií metabolického původu (Vencl a kol., 1991; Míka a kol., 1997; Hrabě a kol., 2004; Veselý, 2006).

Metabolizovatelná energie (ME)

Je energie, která zůstala po odečtení obsahu energie ve výkalech, energie moče a plynnými zplodinami trávení z brutto energie (Vencl a kol., 1991; Sommer a kol., 1994; Míka a kol., 1997; Hrabě a kol., 2004; Veselý, 2006).

Netto energie (NE)

Energie, která zůstala po vyloučení výkalů, moče, plynnými zplodinami a nebyla ztracena jako přírůstek produkce tepla (Vencl a kol., 1991; Míka a kol., 1997; Hrabě a kol., 2004; Veselý, 2006). Využívá se na produkci, záchovnou potřebu a práci (Sommer a kol., 1994).

Stravitelnost energie je v závislosti na druhu pícniny (trávy, jeteloviny, jetelotrávy), genotypem pícniny ve vzájemném působení s pěstitelskými podmínkami, termínem a technikou sklizně, fermentačním procesem. Tyto okolnosti mohou ovlivnit zastoupení nevláknitých sacharidů a stravitelnost NDF. Vyšší podíl NDF mají víceleté pícniny. Lignifikační pletiv podléhá právě NDF, která svou stravitelností ovlivňuje obsah energie (Třináctý a kol., 2013).

3.11.2. Jednotka NEL

Účinnost využití metabolizované energie pro tvorbu mléka (k_1) odvodil Van Es (1978) na podkladě závislosti na metabolizovatelnosti energie (q):

$$k_1 = 0,463 + 0,24 * q$$

$$q = \frac{ME}{BE}$$

Z důvodu stejného vlivu koncentrace energie jak účinnost využití energie pro záchovu tak pro produkci byly požadavky záchovy dojníc rovněž vyjádřeny v jednotce NEL. Požadavky na tvorbu mléka jsou dány obsahem brutto energie mléka (3,1 MJ NEL). Záchovné požadavky jsou dány hodnotou $0,293 * H^{0,75}$. Korekce na úroveň výživy se zavádí buď do hodnocení krmiv, nebo se provádí korekce obsahu energie v krmné dávce. Výše této hodnoty kolísá v rozmezí 0,8 – 1,8 % násobku záchovné potřeby energie (v USA činí tato hodnota 4 %). V systému jednotek NEL je zavedena korekce na změnu živé hmotnosti v průběhu laktace. Hodnota této korekce se mezi systémy liší v důsledku energetické hodnoty přírůstku. Požadavky na přívod energie pro tvorbu plodu a plodových obalů odpovídají požadavkům na tvorbu 2 – 6 kg mléka, které se v průběhu období stání na sucho připočítávají k záchovné potřebě živin. Jednotka NEL se používá i pro odchovávaný skot do výše přírůstku 0,8 kg živé hmotnost (Vencl a kol., 1991; Míka a kol., 1997).

3.11.3. Sacharidy

Obsah sacharidů (dříve uhlohydráty či glycidy) v biomase pícnin se pohybuje od 50 – 80 % (Míka a kol., 1997; Pozdíšek a kol., 2008). Jejich důležitá funkce pro rostlinu spočívá

v přenosu energie, primárním metabolismu, zásob i ve stavbě struktury rostliny. U přežvýkavců jsou sacharidy hlavní zdroj energie v krmivu, který se uvolňuje z cca 90 % v batoru (Míka a kol., 1997). Stimulaci žvýkání, slinění, normální funkci batoru, pufrovací kapacitu batoru a regulaci příjmu píce zajišťují strukturální sacharidy (Van Soest et al., 1991; Beauchemin, 1996; Míka a kol., 1997). Mezi nejvýznamnější sacharidy pro výživu hospodářských zvířat patří cukry, celulóza a škrob. Škrob a celulóza se řadí do polysacharidů – hexóz. Škrob je obsažen z 50 – 80 % v organické hmotě semen obilnin, bramborových hlíz, apod. Pro energetický metabolismus jsou významné dva disacharidy: sacharóza a laktóza. Z monosacharidů je velmi důležitá glukóza, která je zdrojem pro tvorbu ostatních cukrů, glykogenu a krevní glukózy. Glukózu organismus získá štěpením polysacharidů. Hladina glukózy v krvi je ukazatel intenzity metabolismu sacharidů a metabolického stavu zvířat (Zeman a kol., 2006).

Vláknina je soubor látek, které jsou relativně odolné vůči trávení. Skládá se z celulózy, ligninu a hemicelulózy (Van Soest et al., 1991; Beauchemin, 1996; Míka a kol., 1997; Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Zeman a kol., 2006; Koukolová a Homolka, 2008). Při stárnutí rostliny se zvyšuje podíl vlákniny a mění se poměr mezi sacharidy k ligninu. Vyšší podíl ligninu v komplexu vlákniny má za následek její zdřevnatění, což vede k zhoršení stravitelnosti. Obsah vlákniny, zastoupení jednotlivých frakcí a jejich stravitelnost ovlivňuje energetickou hodnotu a kvalitu objemných krmiv, tím limituje příjem a stravitelnost sušiny, přežvykování, motoriku batoru, peristaltiku střev a obsah tuku v mléce (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Zeman a kol., 2006). Množství vlákniny má také vliv na batorové mikroorganismy a jejich účinnost (Eastridge, 2009). Podíl vlákniny v krmivu rostlinného původu kolísá v sušině od 5 – 40 %. Nízký obsah vlákniny v krmivu způsobí nedostatečné množství tvorby kyseliny octové v batoru, která je prekurzorem mléčného tuku (Zeman a kol., 2006).

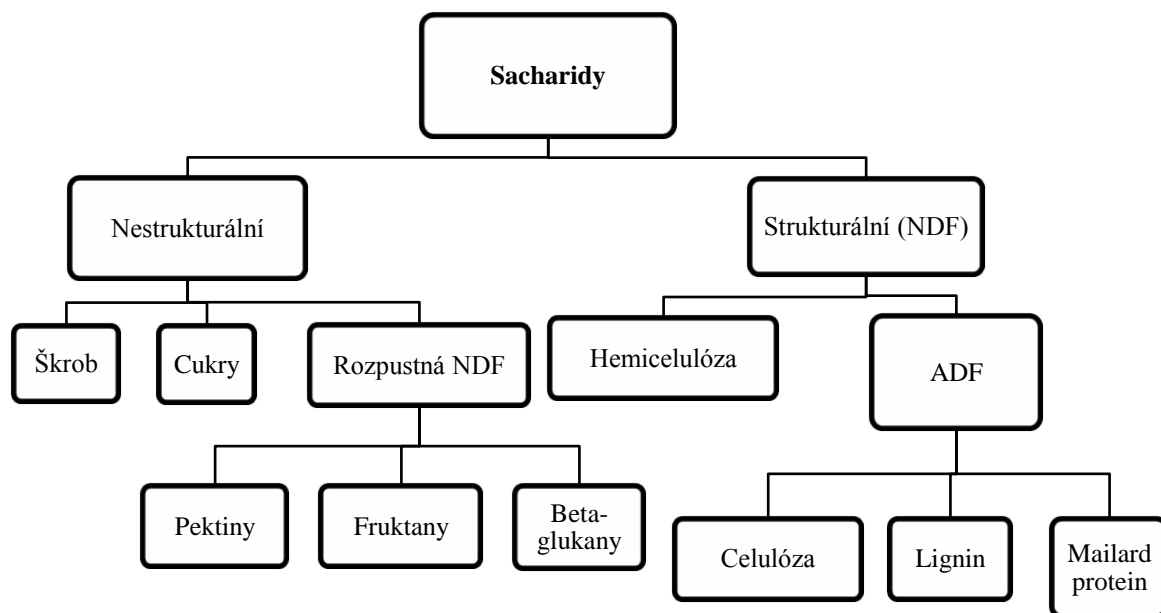
Vlákninu dokážou trávit batorové mikroorganismy (Beauchemin, 1996), zvláště celulólytické bakterie. Čas, který je vláknina v batoru, se pohybuje v rozmezí 30 – 45 hodin. Nejenže ji dokážou trávit, ale poskytnou hostitelskému zvířeti energii v podobě těkavých mastných kyselin, které se využijí v energetickém metabolismu zvířete (Kudrna a kol., 1998; Šarapatka a kol., 2005; Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008).

Buněčné stěny obsahují celulózu, hemicelulózy, lignin (Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008) a pektin (Mazzia and Walker, 2008). Označují se jako stavební sacharidy a

jejich stravitelnost je od 13 – 80 % (Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008). Lignin je nepolysacharidická látka, která je pro přežvýkavce prakticky nestravitelná (Beauchemin, 1996; Míka a kol., 1997; Pozdíšek a kol., 2008). S jeho přítomností klesá stravitelnost polysacharidů v buněčné stěně. Rostlinným stěnám dodává pevnost a tuhost, omezuje ztráty vody a chrání rostlinu před choroboplodnými mikroorganismy. Lignifikace negativně koreluje se stravitelností organické hmoty (Míka a kol., 1997).

V buněčném obsahu (protoplazmě) se nachází škrob a cukry. Dodávají energii a jejich stravitelnost je skoro 100 % (Míka a kol., 1997; Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008). Ztráty na sušině, při špatném usušení, postihují nejdříve nestrukturální sacharidy a společně s tím se snižuje i obsah energie. V pozici substrátu zde probíhají neenzymatické reakce hnědnutí sena (Maillardovy reakce). Vzniklý polymer se vlastnostmi podobá ligninu (Míka a kol., 1997; Turner et al., 2004).

Obrázek 2: Frakce sacharidů (Koukolová a Homolka, 2008, Pozdíšek a kol., 2008)



Neutrálně detergentní vláknina (NDF) – z obrázku č. 2 je vidět, že NDF zahrnuje kromě ADF (celulózu, lignin a Mailard protein) i hemicelulózu (Belyea and Ricketts, 1993; Harris, 1993; Ishler and Varga 2007) a proto je přesnější k vyjádření kompletního obsahu vlákniny (Pozdíšek a kol., 2008). NDF frakce má zásadní úkol v zajištění správné činnosti bachoru a poskytovat energii pro mikrobiální syntézu. To má vliv na zdraví zvířat (Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008). Degradovatelnost NDF je důležitý parametr pro predikci

energetické hodnoty z objemných krmiv. Míra degradace buněčných stěn ovlivňuje energetickou hodnotu. Vlákna působí na plnivost bachoru (Spanghero et al., 2003), a proto vysoký podíl NDF v píci negativně ovlivňuje příjem krmiva zvířaty (Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008; Pozdíšek a kol., 2008; Koukolová a kol., 2010). Při nízkém podílu neutrálně detergentní vlákniny klesá počet přežvykávání, tvorba slin a ruminace. Proto by měla být NDF v rozmezí minimálně 30 - 45 % v sušině, ne však víc (Pozdíšek a kol., 2008). Proměnlivost využitelnosti této vlákninové frakce je závislá na mnoha faktorech – botanickým druhu pícniny, vegetační fázi porostu, způsobu konzervace, aj. K predikci příjmu píce z toho důvodu využíváme stanovení NDF (Koukolová, 2008; Koukolová a Homolka, 2008).

Acidodetergentní vlákna (ADF) – z obrázku č. 2 je názorně vidět, že ADF se skládá z lignifikovaných dusíkatých složek, ligninu a celulózy (Ishler and Varga 2007; Pozdíšek a kol., 2008). Nejedná se však o kompletní obsah buněčných stěn v krmivu, protože v ní není zahrnuta hemicelulóza (Pozdíšek a kol., 2008). Acidodetergentní vlákna je částečně stravitelná (20 – 80 %) (Belyea and Ricketts, 1993). ADF je využívanou metodou stanovení vlákniny a dosazuje se do predikčních rovnic k odhadu výživné hodnoty krmiv (Pozdíšek a kol., 2008). U vysokoprodukčních dojnic by obsah acidodetergentní vlákniny měl být 17 – 22 % (Pozdíšek a kol., 2008; Koukolová a kol., 2010). U dojnic, které produkují více než 35 kg mléka by tato hodnota neměla klesnout pod 18 %. Stravitelnost živin a energie se snižuje se zvyšujícím se obsahem ADF (Pozdíšek a kol., 2008).

Tabulka 4: Optimální úroveň živin v krmné dávce dojnic v průběhu mezidobí (Kudrna a kol., 1998)

Živiny v %	Období laktace			Období stání na sucho	
	Ranné	Střední	Pozdní	Počátek	Před otelením
NL	17 – 20	15 – 17	14 – 15	12	14 – 15
Degradovatelné NL	60 – 65	62 -67	65 – 78	65 – 70	62 – 68
Nedegradovatelné NL	22 – 40	33 – 37	30 – 36	30 – 35	32 – 38
Rozpustné NL (% z NL)	30 – 35	30 – 37	30 – 50	32 – 35	31 – 34
ADF	19 – 21	20 – 23	21 – 24	26 – 30	25 – 28
NDF	30 – 33	30 – 36	34 – 40	40 – 45	37 – 40
NDF z píče	20 – 24	20 – 25	21 – 25	32 – 36	28 - 33
NSC	30 – 35	32 – 37	32 – 38	32 – 40	31 – 38
Tuk	5 – 7,5	5 – 6	3 – 5	3 – 4	3 – 5
NEL (MJ/kg)	7 – 7,5	6,8 – 7,3	6,5 – 7	5,4 – 5,9	6 – 6,5

3.11.4. Dusíkaté látky

Bílkoviny zastupují většinu obsahu dusíkatých látek v píci. Dusíkaté látky mají obsah v píci od 40 – 300 g.kg⁻¹ sušiny (Šarapatka a kol., 2005).

Dusíkaté látky se hodnotí podle francouzského systému značeným jako PDI. Systém PDI vychází z množství proteinu, který skutečně vstoupí do tenkého střeva. Předtím používaný systém SNL se odvozoval z rozdílu mezi množstvím dusíkatých látek přijatých v krmivu a množstvím vyloučených ve výkalech. Tento systém nepřihlížel k metabolickým přeměnám dusíkatých látek v předžaludcích.

Celkový protein přecházející do tenkého střeva má tři zdroje: mikrobiální protein (z větší části), nedegradovatelný protein krmiva (z menší části) a protein endogenního původu (zbytek). Proteiny z exogenního zdroje jsou vůči sobě v různém poměru, který koreluje s degradovatelností dusíkatých látek krmiva. Dusíkaté látky se dělí podle degradovatelnosti na degradovatelné a nedegradovatelné (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998). Degradovatelné dusíkaté látky jsou zdrojem dusíku pro bachorové mikroorganismy, který jej z převážné většiny přemění na mikrobiální dusíkaté látky (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998; Pozdíšek a kol., 2008). Tato přeměna je účinná u degradovatelných dusíkatých látek krmiv z 90 % a u NPN sloučenin z 80 % (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998). Nedegradovatelné dusíkaté látky nepodléhají degradaci mikroorganismů, postupují dále do

tenkého střeva a stávají se přímým zdrojem aminokyselin pro zvíře (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998; Pozdíšek a kol., 2008). Stravitelnost nedegradovatelných dusíkatých látek se pohybuje v rozsahu od 55 – 95 % (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998).

PDI se skládá ze dvou frakcí. PDIA je nedegradovaný protein krmiva v bachoru, ovšem stravitelný v tenkém střevě. PDIM je mikrobiální protein, který je stravitelný v tenkém střevě. PDIM se dále dělí podle degradovatelného proteinu a využitelné energie na formy PDIMN a PDIME. PDIMN je množství mikrobiálního proteinu, který může být v bachoru syntetizován z degradovatelného proteinu krmiva, pokud je dostatek energie pro tuto syntézu. PDIME je množství mikrobiálního proteinu, který může být v bachoru syntetizován z energie krmiva, pokud je dostatek degradovatelného proteinu pro tuto syntézu (Vencl a kol., 1991; Sommer a kol., 1994; Kudrna a kol., 1998). Nutriční hodnota krmiva se charakterizuje PDIN a PDIE, kdy $PDIN = PDIA + PDIMN$ a $PDIE = PDIA + PDIME$. Nižší hodnota (ať se jedná o PDIN či PDIE) poukazuje na reálnou výživnou hodnotu krmiva, kdežto vyšší hodnota ukazuje na možný potenciál krmiva. Přibližně rovnocenný přísun PDIN a PDIE vyhovuje potřebě bachorových mikroorganismů. Při vyšší PDIN je třeba zmenšit přísun degradovatelných dusíkatých látek a doplnit energii. V opačném případě, kdy je PDIE vyšší, je nutnost zvýšit přísun degradovatelných dusíkatých látek nebo dusíkatých látek nebílkovinné povahy (NPN) (Vencl a kol., 1991; Kudrna a kol., 1998).

Dostupnost degradovatelných dusíkatých látek pro mikroorganismy je okamžitá. Pokud je však podíl dusíku z degradovatelných dusíkatých látek v krmivu vyšší než dokážou bachorový mikroorganismy využít, prostupuje nevyužitá část přes bachorovou stěnu jako čpavek do krve, který je dále metabolizován. V játrech se nadbytečný amoniak, dusíkaté látky a aminokyseliny přemění na pro tělo netoxickou močovinu. Ta putuje krví do ledvin, kde se sloučí s vodou a močí odchází z těla. Tyto přeměny mají vysokou energetickou spotřebu, což může zmenšovat produkční účinnost krmiv a prohlubovat energetický deficit. Výskyt močoviny v mléce může sloužit jako indikátor překrmování dusíkatými látkami (Pozdíšek a kol., 2008).

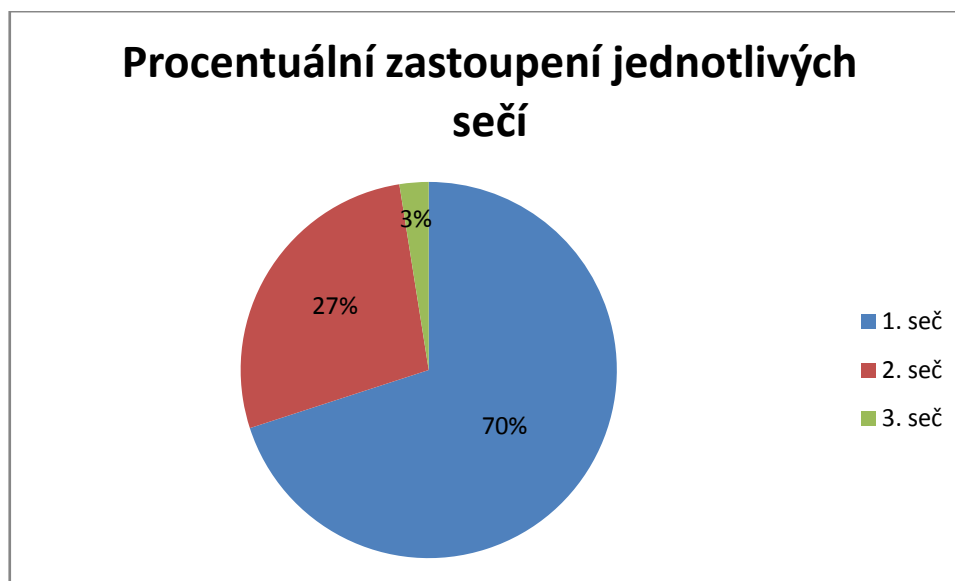
4. Metody a materiály

4.1. Vzorky

Vzorky byly odebrány v roce 2013 celkem na 30 místech v rámci České republiky.

Celkem bylo k analýzám použito 40 vzorků, které mají různé pořadí seče (viz. graf 1).

Graf 1: Procentuální zastoupení jednotlivých sečí



Odběr sena proběhl ručně na třech místech balíku v různé hloubce, aby se zajistila variabilita vzorku. Ten se vložil do igelitového sáčku, který se popsal a uzavřel. Vzorky následně byly uskladněny v suché místnosti do jejich zpracování.

4.2. Příprava vzorků

Jednotlivé vzorky se namlely nejdříve v přístroji Fritsch – pulverisette 19 se sítím p – 19 sieve cassette a poté v Cyclotec 1093 Sample Mill s 1 mm sítím, aby byly co nejlépe zhomogenizované. Vzorky byly po namletí uloženy v označeném igelitovém sáčku.

Ze vzorků se stanovoval obsah dusíkatých látek (NL), sušiny (S), popelovin (P), neutrálně detergentní vlákniny (NDF), acidodetergentní vlákniny (ADF), organické hmoty (OH), stravitelné organické hmoty (SOH) a netto energie laktace (NEL).

U každého vzorku se dělaly dvě analýzy, ze kterých se vypočetl aritmetický průměr.

4.3. Stanovení dusíkatých látek

Toto stanovení se provedlo dle Kjeldahla.

Na analytických vahách Mettler AE 200 se navážilo na lodičce 0,5 g vzorku, který se dal do popsaných mineralizačních tub. Každý vzorek byl ve dvou opakováních. Do každé tuby se přidalo po jedné tabletě Kjeltabs CK (síran draselným + pentahydrát síranu měďnatého), 10 ml 96% kyseliny sírové, vzorek se v této fázi protřepal, a 10 ml peroxidu vodíku (ve dvou fázích: 5 ml a po uklidnění hladiny zbylých 5 ml peroxidu vodíku). Takto připravené vzorky byly uloženy do mineralizačního hnízda a přiklopeny exhaustorem, kde probíhala mineralizace 1 hodinu při 420 °C do odbarvení.

Po vychladnutí vzorků se přidalo 10 ml destilované vody, vzorky byly promíchány. Poté se vložily do přístroje Foss Kjeltec 2400. Zde se automaticky ze zásobních lahví připravených roztoků přidá ke vzorku louh sodný a přidává se pára. Vydestilovaný amoniak přebíhá do předlohy, která se také automaticky naplnila spolu s indikátorem. Předloha se automaticky titruje do změny barvy indikátoru.

Spotřeba kyseliny se zaznamená automaticky, zároveň se vynásobí faktorem kyseliny a pomocí zaznamenané navážky vzorku se automaticky vypočítá obsah NL, který se objeví na displeji přístroje.

4.4. Stanovení sušiny a popelovin

Toto stanovení se provádělo dle metodiky nařízení komise 152/2009 (2009).

Na analytických vahách Mettler AE 200 se navážilo na lodičce 0,3 g vzorku, který se poté dal do předem vysušeného popsaného porcelánového kelímku, který se sušil v sušárně při teplotě 103 °C po dobu 1 hodiny. Každý vzorek byl ve dvou opakováních. Připravené vzorky byly dány do sušárny, kde se sušily 4 hodiny při teplotě 103 °C. Poté se vzorky vložily do exikátoru, kde vychladly. Následně se porcelánový kelímeček se vzorkem zvažil na analytických vahách Mettler AE 200, výsledné hodnoty se zapsaly a provedl se výpočet sušiny. Úbytek na hmotnosti představoval vodu, zbytek krmiva po vysušení sušinu.

Sušina v % se vypočítá dle vzorce:

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

m_0 = hmotnost vysušeného prázdného kelímku v g

m_1 = hmotnost navážky v g

m_2 = hmotnost kelímku s naváženým vzorkem po vysušení v g

Po zvážení vzorků pro stanovení sušiny se vzorky daly spálit do muflové pece při teplotě 550 °C po dobu 7 hodin. Poté se spálené vzorky nechají vychladnout v exikátoru. Po vychladnutí se zvažily na analytických vahách Mettler AE 200, výsledné hodnoty se zapsaly a provedl se výpočet popelovin. Spálené vzorky byly světlé, kypré, nespečený popel, zbavené uhlíku. Obsah popelovin se stanoví z rozdílu hmotností vzorku před a po spálení.

Výpočet popele v % se vypočítá dle vzorce:

$$P = \left(\frac{m_3 - m_0}{m_1} \right) * 100$$

m_0 = hmotnost vysušeného prázdného kelímku v g

m_1 = hmotnost navážky v g

m_3 = hmotnost kelímku s naváženým vzorkem po spálení v g

4.5. Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny a acidodetergentní vlákniny

Tyto stanovení byly prováděny dle metod Ankom technology (2014).

Nadepsané filtrační sáčky se vysuší v sušárně při teplotě 103 °C po dobu 1 hodiny. Na analytických vahách Mettler AE 200 se naváží na lodičku 0,5 g vzorku, který se přesype do nadepsaného vysušeného filtračního sáčku. Všechny vzorky jsou ve dvou opakováních. Filtrační sáčky se pomocí přístroje Impulse sealer KF-200H zatavily 0,5 cm od okraje. Ke každé analýze se vytvoří jeden slepý vzorek (filtrační sáček bez vzorku). Takto připravené vzorky a slepý vzorek se daly do přístroje Ankom 200/220 Fiber Analyser. Do přístroje se přidalo 1,7 l neutrálně detergentního roztoku a 3,4 ml termostabilní amylázy. Nechaly se vařit za neustálého promíchávání 75 minut (začátek odpočítávání začal od dosažení 70 °C roztoku v přístroji). Po ukončení této fáze se filtrační sáčky propláchly 3x destilovanou vodou, která měla nejméně 55 °C, v přístroji Ankom 200/220 Fiber Analyser za stálého promíchávání. Poté se vzorky daly do uzavíratelné nádoby s acetonem, kde se nechaly po dobu 10 minut, za občasného promíchání. Následně se vzorky vysušily na filtračním papíře a daly se do sušárny na 3 hodiny při konstantní teplotě 103 °C. Po této fázi se vzorky zvažily a výsledky zapsaly. Tyto vzorky se znovu daly do přístroje Ankom 200/220 Fiber Analyser. Do přístroje se přidalo 1,7 l acidodetergentního roztoku a nechaly se vařit za neustálého promíchávání 75 minut (začátek odpočítávání začal od dosažení 70 °C roztoku v přístroji). Po ukončení této fáze se filtrační sáčky propláchly 3x destilovanou vodou, která měla nejméně 55 °C, v

přístroji Ankom 200/220 Fiber Analyser za stálého promíchávání. Poté se vzorky daly do uzavíratelné nádoby s acetonem, kde se nechaly po dobu 10 minut, za občasného promíchání. Následně se vzorky vysušily na filtračním papíře a daly se do sušárny na 3 hodiny při konstantní teplotě 103 °C. Po této fázi se vzorky zvážily a výsledky zapsaly. Takto zanalyzované vzorky se daly do nadepsaných vysušených porcelánových kelímků, které se sušily v sušárně při teplotě 103°C po dobu 1 hodiny. Vzorky se následně spálily v muflové peci při teplotě 550 °C po dobu 7 hodin. Nakonec se z výsledných hodnot vypočte obsah neutrálně detergentní vlákniny a acidodetergentní vlákniny.

V % byla vypočtena NDF podle vzorce:

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

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

m_3 = hmotnost navážky vzorku v g

m_4 = hmotnost sáčku po analýze NDF a jeho vysušení v g

m_5 = hmotnost spáleného kelímku v g

c = korekční faktor prázdných sáčků v analýze bez vzorků

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

V % byla vypočtena ADF podle vzorce:

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

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

m_3 = hmotnost navážky vzorku v g

m_4 = hmotnost sáčku po analýze ADF a jeho vysušení v g

m_5 = hmotnost spáleného kelímku v g

c = korekční faktor prázdných sáčků v analýze bez vzorků

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

4.6. Stanovení stravitelné organické hmoty

Toto stanovení se provádělo podle metodiky Třináctého a Doležala (2006).

Filtrační sáčky se vysušily v sušárně při teplotě 103 °C po dobu 1 hodiny. Do vysušených, nadepsaných filtračních sáčků se navážilo na analytických vahách Mettler AE 200 0,2 g vzorku. Všechny vzorky jsou ve dvou opakováních. Filtrační sáčky se pomocí přístroje Impulse sealer KF-200H zatavily 0,5 cm od okraje. Ke každé analýze se přidá jeden slepý vzorek. Přístroj Daisy II Incubator se temperoval na 40 °C. Do každé láhve se přidalo 1,5 l 0,1M kyseliny chlorovodíkové ohřáté na 40 °C a 3 g pepsinu a obsah se promíchal. Do každé láhve se poté se dalo po 20 vzorcích + 1 slepý vzorek a nechalo se inkubovat 24 hodin. Po této době se láhve vyhřejí v připravené vodní lázni při teplotě 80 °C po dobu 30 minut za účelem odstranění škrobu. Poté se obsah lahví šetrně 3x propláchnul destilovanou vodou. Minimalizuje se počet mechanických zásahů, aby nedošlo k poškození sáčků nebo ke ztrátě poréznosti sáčků. Následně se přístroj Daisy II Incubator temperoval na 40 °C. Do každé láhve se přidá 1,5 l acetátového pufru (pH 4,6) ohřátého na 40 °C a v něm se rozpustí předepsané množství enzymu celulázy (180 – 200 jednotek/g vzorku), promíchá se a nechá se inkubovat 24 hodin. Po inkubaci se vzorky šetrně propláchly 3x destilovanou vodou (popřípadě vícekrát, dokud nezůstala čirá). Minimalizuje se počet mechanických zásahů, aby nedošlo k poškození sáčků nebo ke ztrátě poréznosti sáčků. Takto propláchnuté vzorky se osušily na filtračním papíře a nechaly se sušit v sušárně 48 hodin při teplotě 103 °C. Následně se vzorky zvážily, zapsaly hodnoty a daly do vysušených nadepsaných porcelánových kelímků, které se sušily v sušárně při teplotě 103°C po dobu 1 hodiny. Vzorky se následně spálily v muflové peci při teplotě 550 °C po dobu 7 hodin. Poté se spálené vzorky nechají vychladnout v exikátoru. Po vychladnutí se zvážily na analytických vahách Mettler AE 200, výsledné hodnoty se zapsaly a provedl se výpočet pro stanovení stravitelné organické hmoty.

V % byla vypočtena SOH podle vzorce:

$$SOH = \frac{100 - (100 * (m_4 - (m_1 * c_1) - (m_5 - m_2) * c_2)}{m_3 * OHk}$$

m_1 = hmotnost prázdného sáčku po vysušení v g

m_2 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení v g

m_3 = hmotnost navážky vzorku v g

m_4 = hmotnost sáčku po inkubaci a jeho vysušení v g

m_5 = hmotnost spáleného kelímku v g

c_1 = korekční faktor prázdných sáčků v analýze bez vzorků

c_2 = korekční faktor prázdných sáčků v analýze bez vzorků

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

Ohk = organická hmota v g/kg v sušině – koeficient

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

c_1 = korekční faktor

4.7. Stanovení netto energie laktace

Z výsledků předchozích analýz se vypočítá NEL podle Vencla a kol. (1991):

$$BE = 0,00588 * NL * 0,01918 * OH$$

$$ME = 0,00137 * NL * 0,01504 * SOH$$

$$q = \frac{ME}{BE}$$

$$NEL = ME * 0,6 * (1 + 0,4 * (q - 0,57))$$

Do výpočtu se dosazují živiny ve 100% sušině. Výsledek vyjadřuje obsah energie v MJ/kg sušiny.

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny v programu STATISTICA Cz 12 pomocí popisné charakteristiky, vícenásobné regrese a ANOVA jednofaktorová - Tukeyův HSD test.

5. Výsledky

Výsledky z tabulky 4 jsou v % (mimo NEL, ta je v MJ/kg) v 100% sušině. U netto energie laktace byla naměřena nejvyšší hodnota 7,03 MJ/kg DM (v sušině) a nejnižší 3,93 MJ/kg DM,

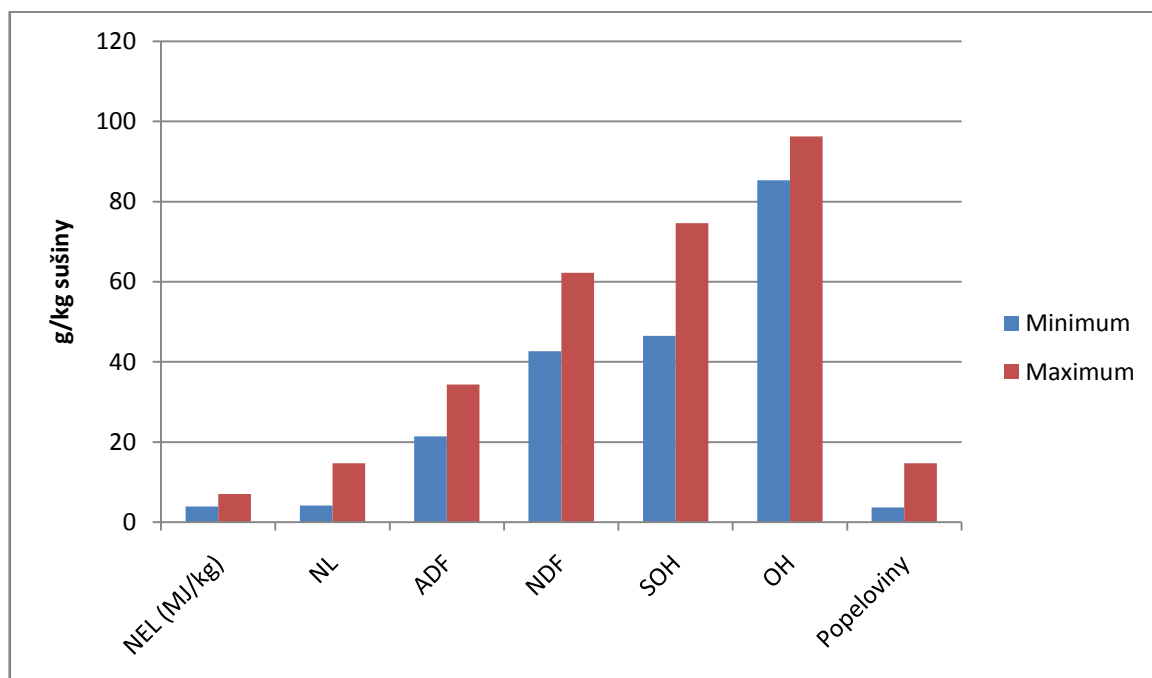
Tabulka 4: Výsledky ze základních statistik jsou uváděny v sušině

Proměnná	Průměr ± s_x	Minimum	Maximum	Sm. odchylka
NEL	4,92 ± 0,115	3,93	7,03	0,73
NL	7,7 ± 0,412	4,17	14,68	2,61
ADF	29,2 ± 0,583	21,42	34,36	3,69
NDF	55,24 ± 0,816	42,66	62,24	5,16
SOH	55,98 ± 1,054	46,48	74,64	6,67
OH	93,04 ± 0,353	85,33	96,30	2,23
Popeloviny	6,96 ± 0,353	3,71	14,67	2,23

Poznámka: s_x = střední chyba průměru

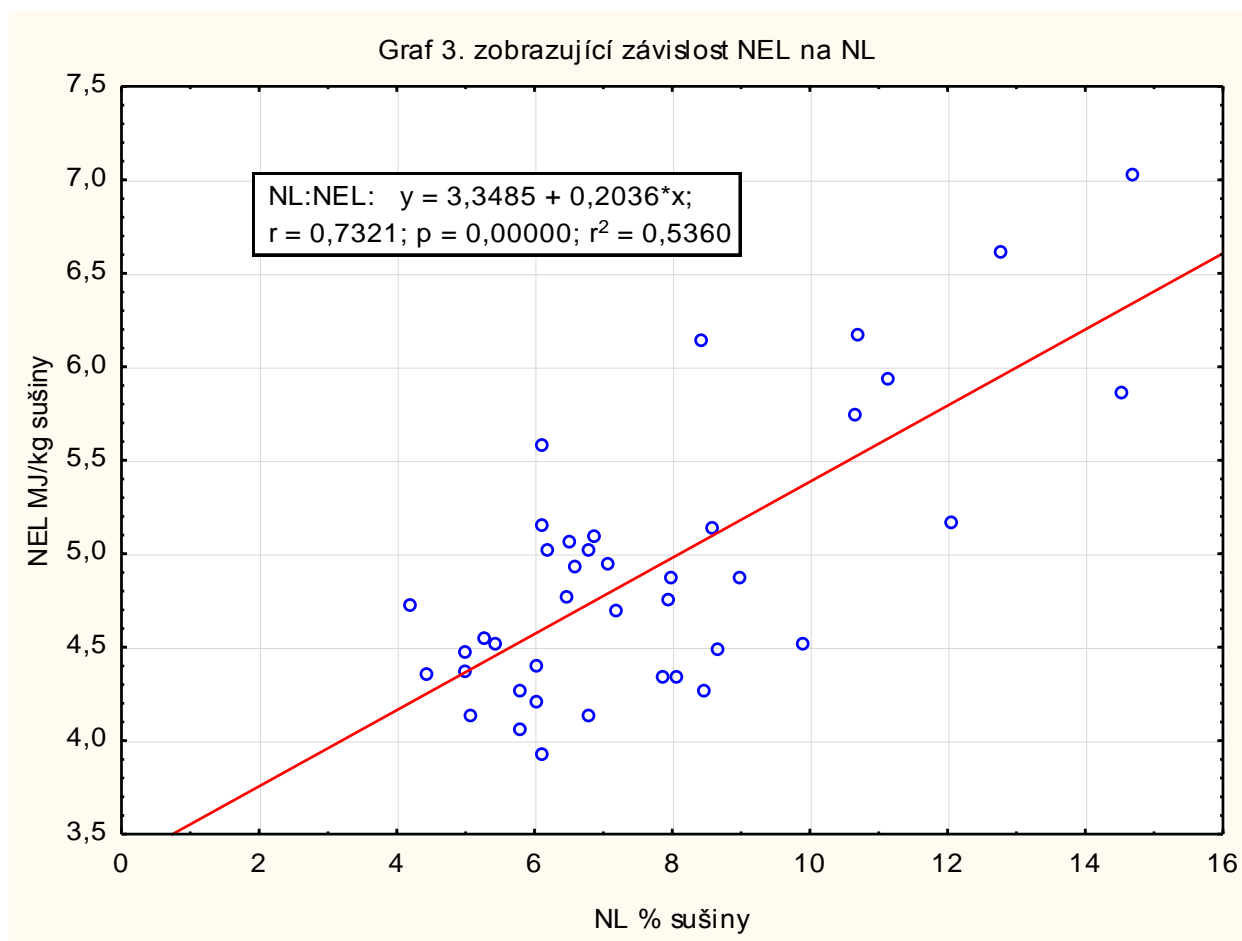
přičemž průměr ze všech vzorků byl 4,92 ± 0,115 MJ/kg DM. Dusíkaté látky měly nejvyšší hodnotu 14,68 % a nejnižší 4,17 %, průměr ze všech vzorků byl 7,7 ± 0,412 %. Acidodetergentní vláknina měla nejvyšší hodnotu 34,36 % a nejnižší 21,42 %, průměr ze všech vzorků byl 29,2 ± 0,583 %. U neutrálně detergentní vlákniny byla nejvyšší hodnota 62,24 % a nejnižší 42,66 %, průměr ze všech vzorků byl 55,24 ± 0,816 %. Stravitelná organická hmota měla nejvyšší hodnotu 74,64 % a nejnižší 46,48 %, průměr ze všech vzorků byl 55,98 ± 1,054 %. Organická hmota měla nejvyšší hodnotu 96,3 % a nejnižší 85,33 %, průměr ze všech vzorků byl 93,04 ± 0,353 %. Popeloviny měly nejvyšší hodnotu 14,67 % a nejnižší 3,71 %, průměr ze všech vzorků byl 6,96 ± 0,353 %.

Graf 2: Minimální a maximální rozpětí hodnot chemických rozborů



Lepší grafické znázornění minimálních a maximálních hodnot ukazuje graf 2, ze kterého jsou patrné rozdíly mezi těmito hodnotami. Po spočítání byl největší rozdíl u stravitelné organické hmoty, kde rozdíl činí 28,16 %. Druhý největší rozdíl se nachází u neutrálně detergentní vlákniny, který je 19,58 %. Hodnota rozdílu u acidodetergentní vlákniny vyšla 12,94 %. U organické hmoty (10,97 %) a popelovin (10,96 %) se výsledek rozdílu lišil pouze o jednu setinu. Rozdíl u dusíkatých látek vyšel 10,51 % a u netto energie laktace 3,1 MJ/kg DM.

Graf 3: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti NL u lučního sena

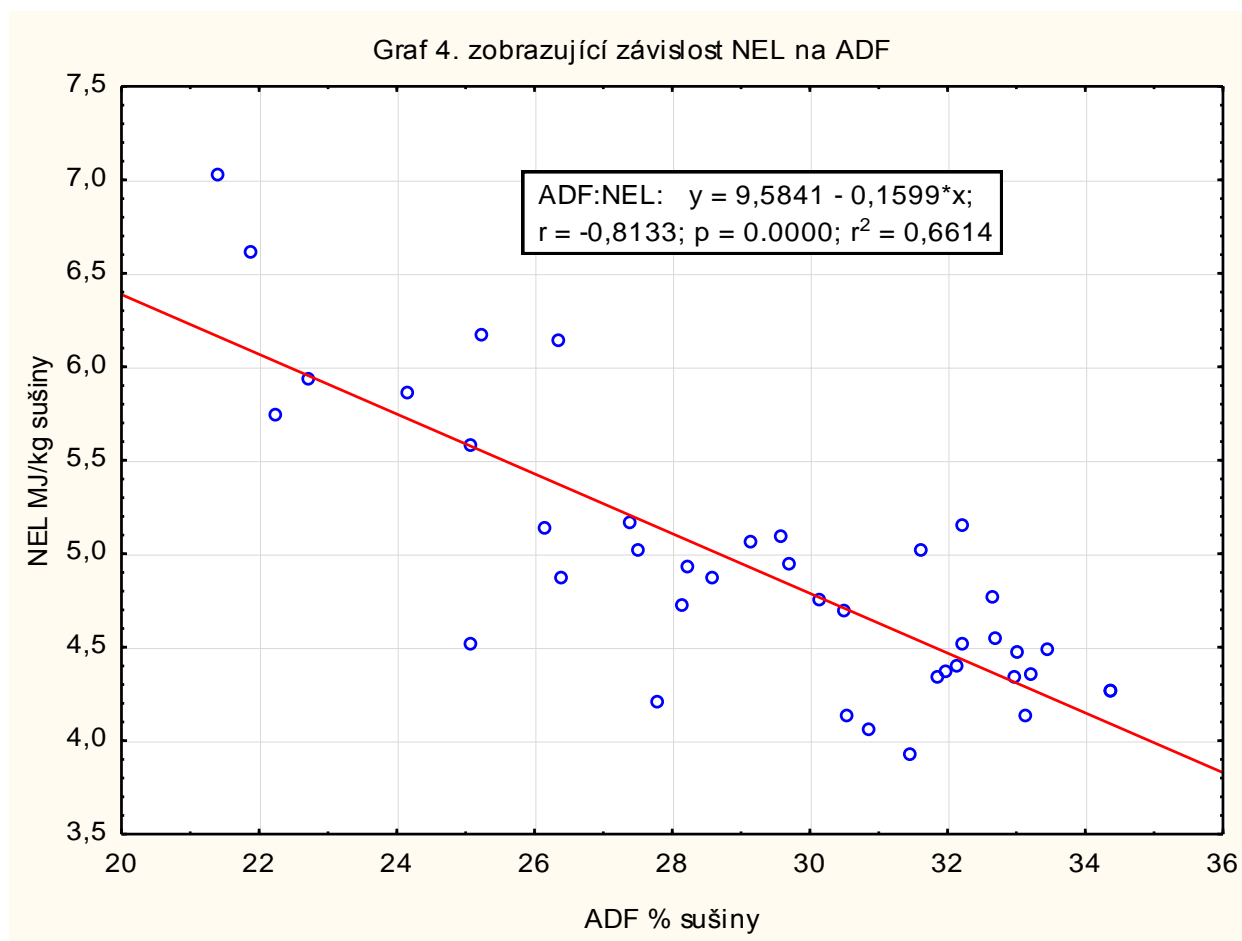


Pro predikci NEL s využitím NL byla vypočtena rovnice:

$$\text{NEL} = 3,3485 + 0,2036 * \text{NL} \quad (r = 0,7321; r^2 = 0,5360; p = 0,00000)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu 3,3485, regresního koeficientu 0,2036 a nezávislé proměnné (dusíkatých látek) 7,7005. Korelační koeficient ($r = 0,7321$) ukazuje, že se jedná o silnou lineární přímou závislost (rostoucí) a o pozitivní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,5360$) vyjadřuje střední závislost netto energie laktace na obsahu dusíkatých látek, v přepočtu je závislá z 53,6 %.

Graf 4: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti ADF u lučního sena

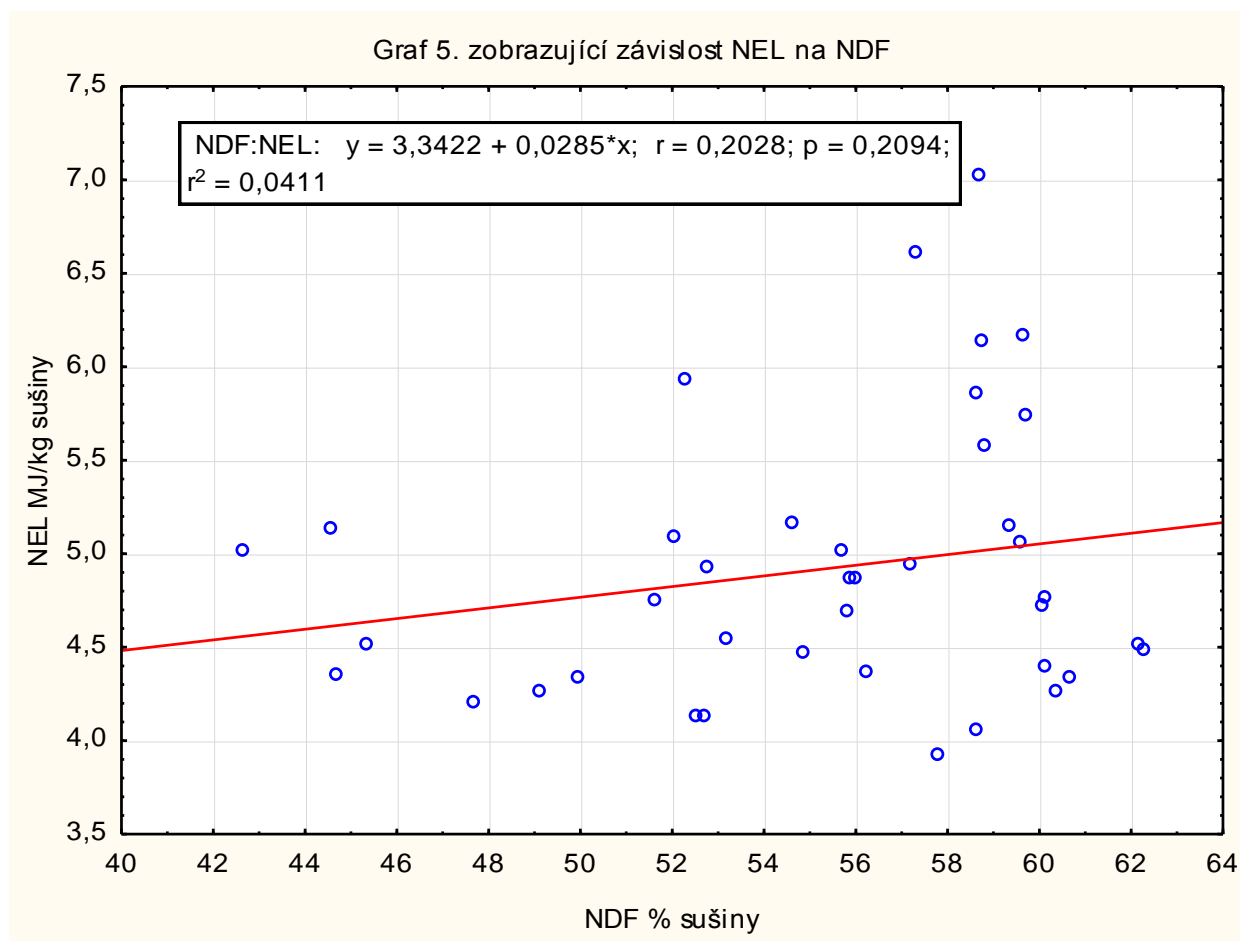


Pro predikci NEL s využitím ADF byla vypočtena rovnice:

$$\text{NEL} = 9,5841 - 0,1599 * \text{ADF} \quad (r = -0,8133; r^2 = 0,6614; p = 0,0000)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu 9,5841, regresního koeficientu 0,1599 a nezávislé proměnné (acidodetergentní vlákniny) 29,1980. Korelační koeficient ($r = -0,8133$) ukazuje, že se jedná o středně silnou lineární nepřímou závislost (klesající) a o negativní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,6614$) vyjadřuje střední závislost netto energie laktace na acidodetergentní vlákninu, v přepočtu je závislá z 66,14 %.

Graf 5: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti NDF u lučního sena

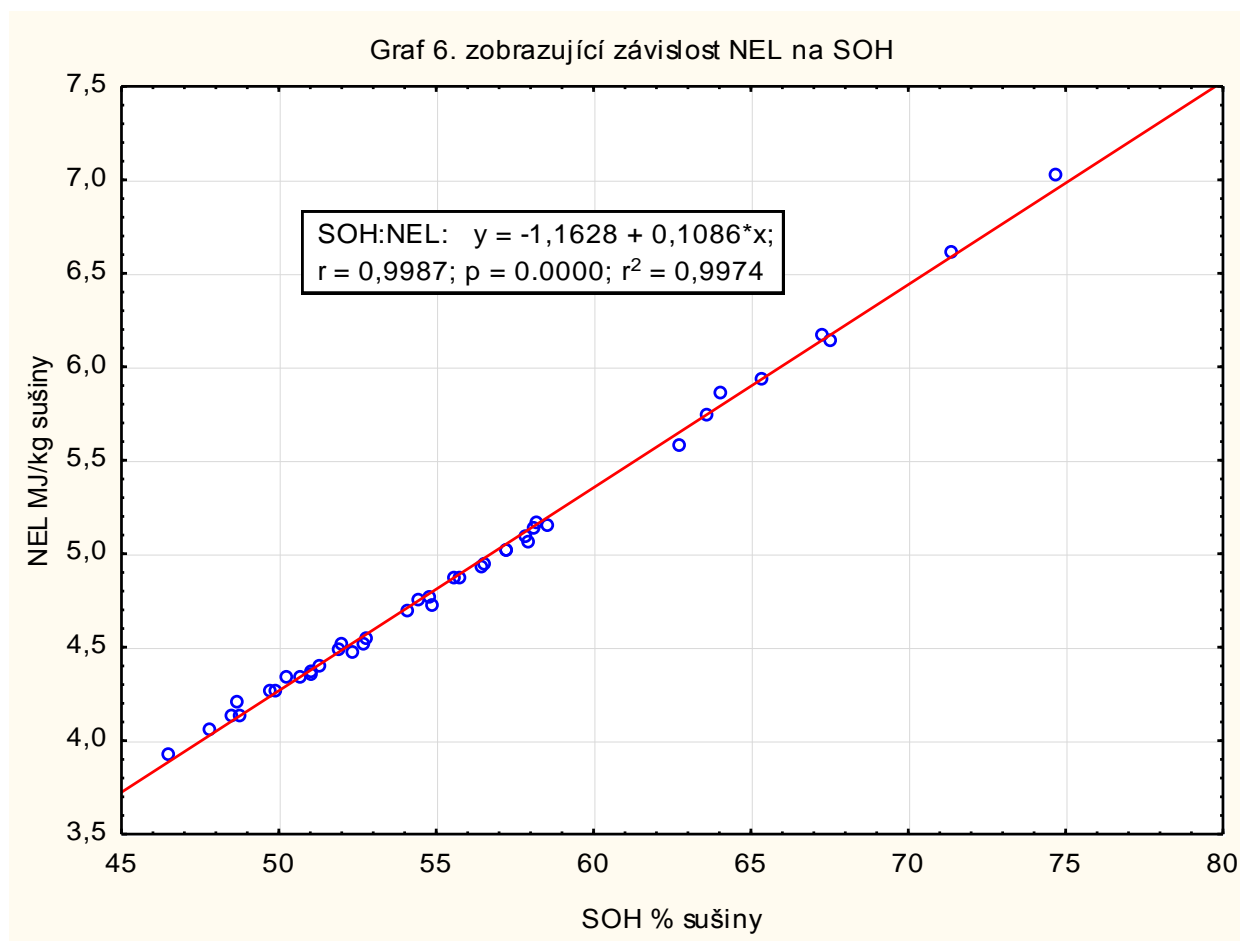


Pro predikci NEL s využitím NDF byla vypočtena rovnice:

$$\text{NEL} = 3,3422 + 0,0285 * \text{NDF} \quad (r = -0,2028; r^2 = 0,0411; p = 0,2094)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu 3,3422, regresního koeficientu 0,0285 a nezávislé proměnné (neutrálně detergentní vlákniny) 55,2365. Korelační koeficient ($r = -0,2028$) ukazuje, že se jedná o slabě závislou lineární nepřímou závislost (klesající) a o negativní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,0411$) vyjadřuje slabou závislost netto energie laktace na neutrálně detergentní vlákninu, v přepočtu je závislá ze 4,11 %.

Graf 6: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti SOH u lučního sena

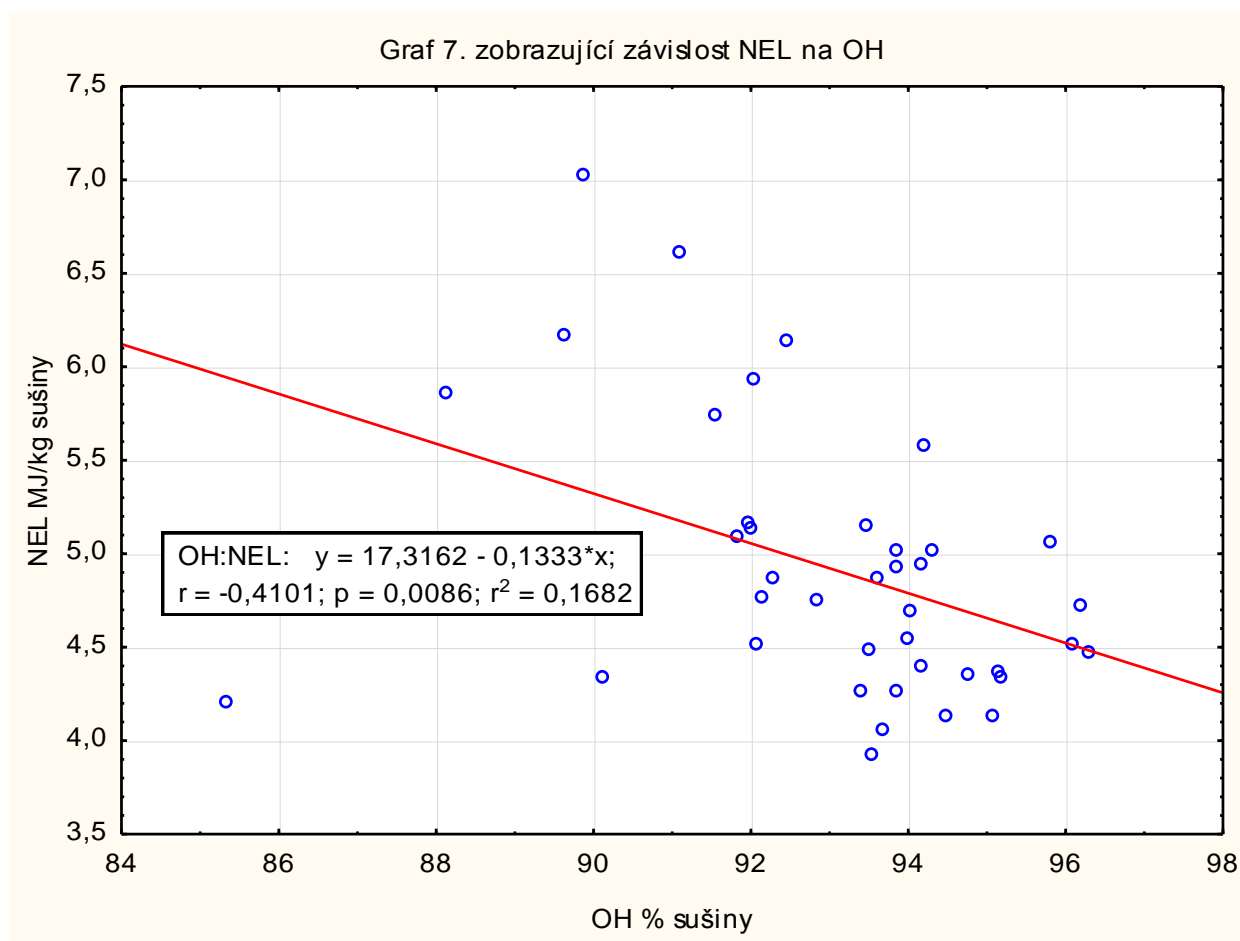


Pro predikci NEL s využitím SOH byla vypočtena rovnice:

$$NEL = - 1,1628 + 0,1086 * SOH \quad (r = 0,9987; r^2 = 0,9974; p = 0,0000)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu - 1,1628, regresního koeficientu 0,1086 a nezávislé proměnné (stravitelné organické hmoty) 55,9800. Korelační koeficient ($r = 0,9987$) ukazuje, že se jedná o silně závislou lineární přímou závislost (rostoucí) a o pozitivní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,9974$) vyjadřuje silnou závislost netto energie laktace na stravitelnou organickou hmotu, v přepočtu je závislá z 99,74 %.

Graf 7: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti OH u lučního sena

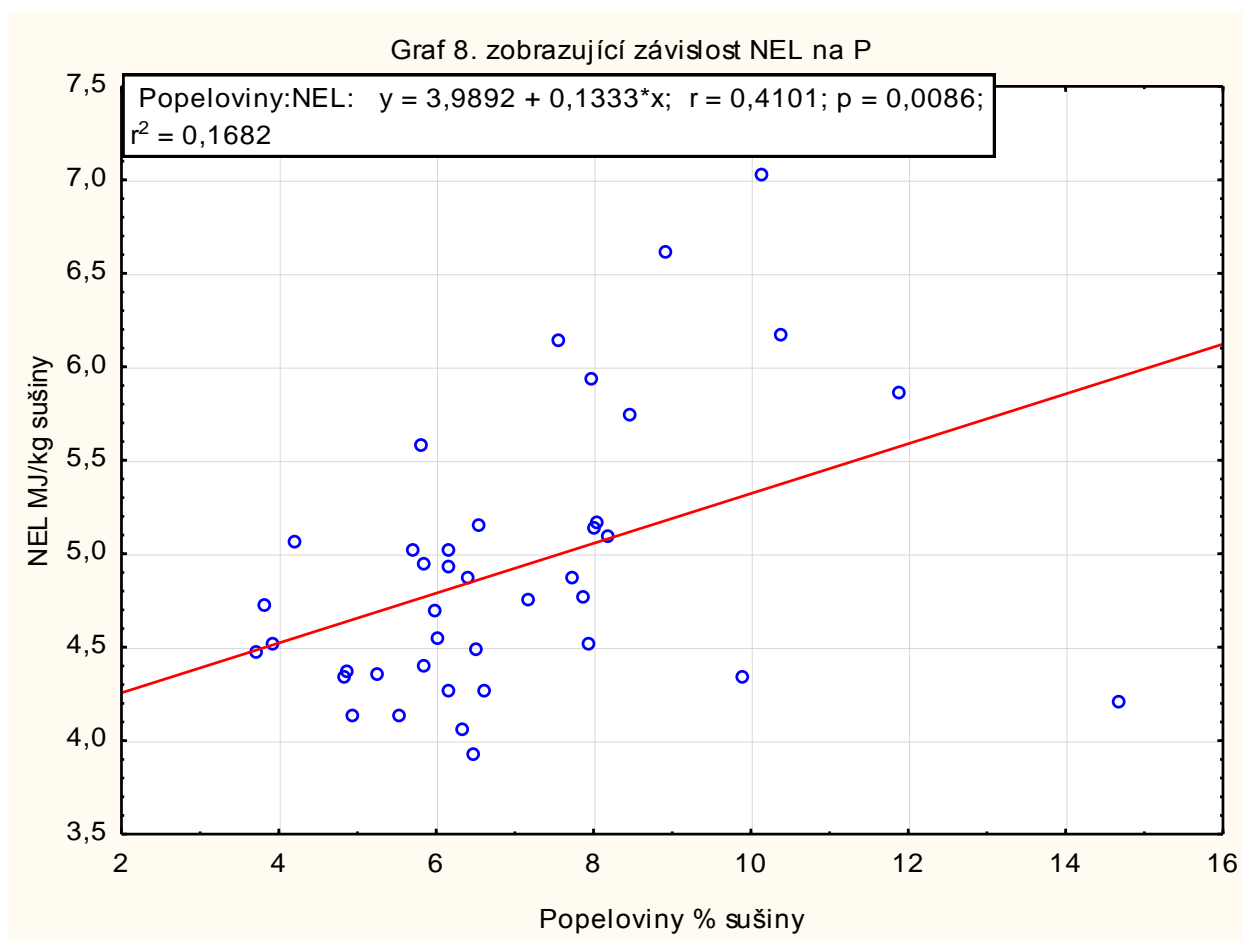


Pro predikci NEL s využitím OH byla vypočtena rovnice:

$$\text{NEL} = 17,3162 - 0,1333 * \text{OH} \quad (r = -0,4101; r^2 = 0,1682; p = 0,0086)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu 17,3162, regresního koeficientu 0,1333 a nezávislé proměnné (organické hmoty) 93,0415. Korelační koeficient ($r = -0,4101$) ukazuje, že se jedná o středně závislou lineární nepřímou závislost (klesající) a o negativní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,1682$) vyjadřuje slabou závislost netto energie laktace na organickou hmotu, v přepočtu je závislá z 16,82 %.

Graf 8: Průběh závislosti energetické hodnoty na stravitelnosti P u lučního sena



Pro predikci NEL s využitím popelovin byla vypočtena rovnice:

$$\text{NEL} = 3,9892 + 0,1333 \cdot P \quad (r = 0,4101; r^2 = 0,1682; p = 0,0086)$$

Výše uvedená predikční rovnice má hodnotu absolutního členu 3,9892, regresního koeficientu 0,1333 a nezávislé proměnné (popelovin) 6,9585. Korelační koeficient ($r = 0,4101$) ukazuje, že se jedná o středně závislou lineární přímou závislost (rostoucí) a o pozitivní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,1682$) vyjadřuje slabou závislost netto energie laktace na organickou hmotu, v přepočtu je závislá z 16,82 %.

Tabulka 5. Srovnání predikčních rovnic Tukeyho HSD testem

Tukeyův HSD test; proměnná NEL			
rovnice	Vencl	Hlaváčková	SOH
	4,9165	4,7556	4,9166
Vencl		0,593300	1,000000
Hlaváčková	0,593300		0,592909
SOH	1,000000	0,592909	

Dle Vencla (1991) vychází průměr netto energie laktace 4,9165 MJ/kg DM. Podle Hlaváčkové (2013) je průměr netto energie laktace 4,7556 MJ/kg DM. Při výpočtu netto energie laktace ze stravitelné organické hmoty je její výsledná průměrná hodnota 4,9166 MJ/kg. Tento výsledek se blíží k průměru regresní rovnice podle Vencla, jelikož se z ní vycházelo. Rozdíly mezi hodnotami vypočítanými podle Vencla, Hlaváčkové, SOH nejsou statisticky významné.

6. Diskuze

Soubor analyzovaných krmiv měl 40 vzorků lučního sena, odebraných v roce 2013 po celé České republice. V tabulce 6 je vidět, že koncentrace organické hmoty ze zkoumaných vzorků

Tabulka 6. Porovnání chemického složení lučního sena s průměrnými hodnotami uvedenými v Katalogu krmiv Zeman a kol. (1995), v Kapesním katalogu krmiv Vyskočil a kol. (2008) a disertační práci Hlaváčkové (2013)

Živinové parametry (g.kg ⁻¹)	Luční seno (n=40)	Zeman a kol. (1995)	Vyskočil a kol. (2008)	Hlaváčková (2013)
Chemické složení (g.kg ⁻¹)	$\bar{x} \pm s_x$ min - max	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
NEL (MJ.kg ⁻¹ DM) Vencl	4,92 ± 0,115 3,93 – 7,03	4,11	4,6	3,84 ± 0,20 1,47 – 5,72
NL	77 ± 0,412 41,7 – 146,8	101,3	117,9	94 ± 0,54 36 – 183
ADF	292 ± 0,583 214,2 – 343,6	-	249,52	363 ± 0,65 294 – 425
NDF	552,4 ± 0,816 426,6 – 622,4	-	483,5	615 ± 1,09 487 – 727
OH	930,4 ± 0,353 853,3 - 963	914	770	925 ± 0,32 886 – 950
Popeloviny	69,6 ± 0,353 37,1 – 146,7	86	84	75 ± 0,32 50 - 114

Poznámka: \bar{x} = aritmetický průměr; s_x = střední chyba průměru; - = data nejsou k dispozici

je v průměru 930,4 ± 0,353 g.kg⁻¹ DM. Když se tato hodnota porovná s výsledky (914 g.kg⁻¹ DM) v katalogu krmiv (Zeman a kol., 1995) a s prací (925 ± 0,32 g.kg⁻¹ DM) Hlaváčkové (2013), tak se od sebe příliš neliší. Za to s kapesním katalogem krmiv (Vyskočil a kol., 2008) se zjištěný výsledek liší o 17, 2 % (770 g.kg⁻¹ DM). Netto energie laktace vyšla v průměru 4,92 ± 0,115 MJ.kg⁻¹ DM, což je vyšší hodnota o 19,7 % než od uváděných hodnot Zemana a kol. (1995) 4,11 MJ.kg⁻¹ DM. U Vyskočila a kol. (2008) je obsah NEL 4,6 MJ.kg⁻¹ DM a ve srovnání s výsledkem činí rozdíl 6,9 %. Hlaváčková (2013) naměřila obsah NEL 3,84 ± 0,20 MJ.kg⁻¹ DM a v porovnání s výsledky se lišila nejvíce (o 28,1 %) ze všech autorů. Průměrná

hodnota dusíkatých látek $77 \pm 0,412 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$ je o 22,1 % nižší než ($94 \pm 0,54 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) uvedla Hlaváčková (2013). I při srovnání ($101,3 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) se Zemanem a kol. (1995) jsou vypočtené výsledky menší o 24 %. Největší rozdíl o 34,7 % je ($117,9 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) u Vyskočila a kol. (2008). Ve srovnání průměru popelovin ($69,6 \pm 0,353 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) s katalogovou hodnotou $86 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$ (Zeman a kol., 1995) se zjistila u lučního sena o 19,1 % nižší hodnota. V porovnání popelovin s ($84 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) Vyskočilem a kol. (2008) je hodnota nižší o 17,1 %. Nejnižší rozdílnou hodnotu popelovin měla ($75 \pm 0,32 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) Hlaváčková (2013), kdy měla hodnotu vyšší pouze o 7,8 %. Hodnota neutrálně detergentní vlákniny ($552,4 \pm 0,816 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) se lišila ($483,5 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) od Vyskočila a kol. (2008). Zjištěný výsledek byl vyšší o 14,3 % než u Vyskočila a kol. (2008). Při porovnání s ($615 \pm 1,09 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) Hlaváčkovou (2013) však vyšel výsledek o 11,3 % menší. Podobná situace nastala u acidodetergentní vlákniny. Průměrná hodnota $292 \pm 0,583 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$ byla vyšší o 17 % na rozdíl ($249,52 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) od Vyskočila a kol. (2008). Hlaváčková (2013) měla vyšší hodnotu ($363 \pm 0,65 \text{ g.kg}^{-1} \text{ DM}$) v porovnání s výsledky o 24,3%.

U Tukeyho HSD testu při spočítání rozdílu mezi vypočítanou hodnotou Hlaváčkové a stravitelné organické hmoty vyšlo, že v průměru je hodnota u Hlaváčkové o $-0,1609 \text{ MJ}$ nižší. Vysoká směrodatná odchylka, vysoká střední chyba ($\pm 7,071$) je dána větší variabilitou souboru. Srovnání hodnot predikční rovnice od Hlaváčkové (2013) a predikční rovnice ze stravitelné organické hmoty (SOH).

Hlaváčková (2013): $y = 12,9085 - 0,1476 * \text{NDF}$ ($r = -0,8080$, $r^2 = 0,6528$, $p = 0,00000$)

SOH: $y = -1,1628 + 0,1086 * \text{SOH}$ ($r = 0,9987$; $r^2 = 0,9974$; $p = 0,0000$)

Rovnice od Hlaváčkové byla vybrána, díky nejlépe vycházející hodnotě. Korelační koeficient ($r = -0,8080$) ukazuje, že se jedná o vysoce závislou lineární nepřímou závislost (klesající) a o negativní korelaci. Koeficient determinace ($r^2 = 0,6528$) vyjadřuje střední závislost netto energie laktace na neutrálně detergentní vlákninu.

Při porovnání korelačního koeficientu ($r = -0,81$) NDF Hlaváčkové (2013) s výsledky ($r = -0,2028$) je znatelný rozdíl. Tento rozdíl se přičítá velké variabilitě vzorků, na které má vliv vegetační fáze rostlin při sklizni, frekvence a pořadí seče, obsah jednotlivých částí rostlin ve sklizené hmotě, klimatické podmínky, způsob sklizně, kvalita konzervace a skladování.

Tabulka 7. shrnuje finanční nákladnost a časovou náročnost použitých analytických metod, které byly nutné k predikci netto energie laktace (MJ) lučního sena.

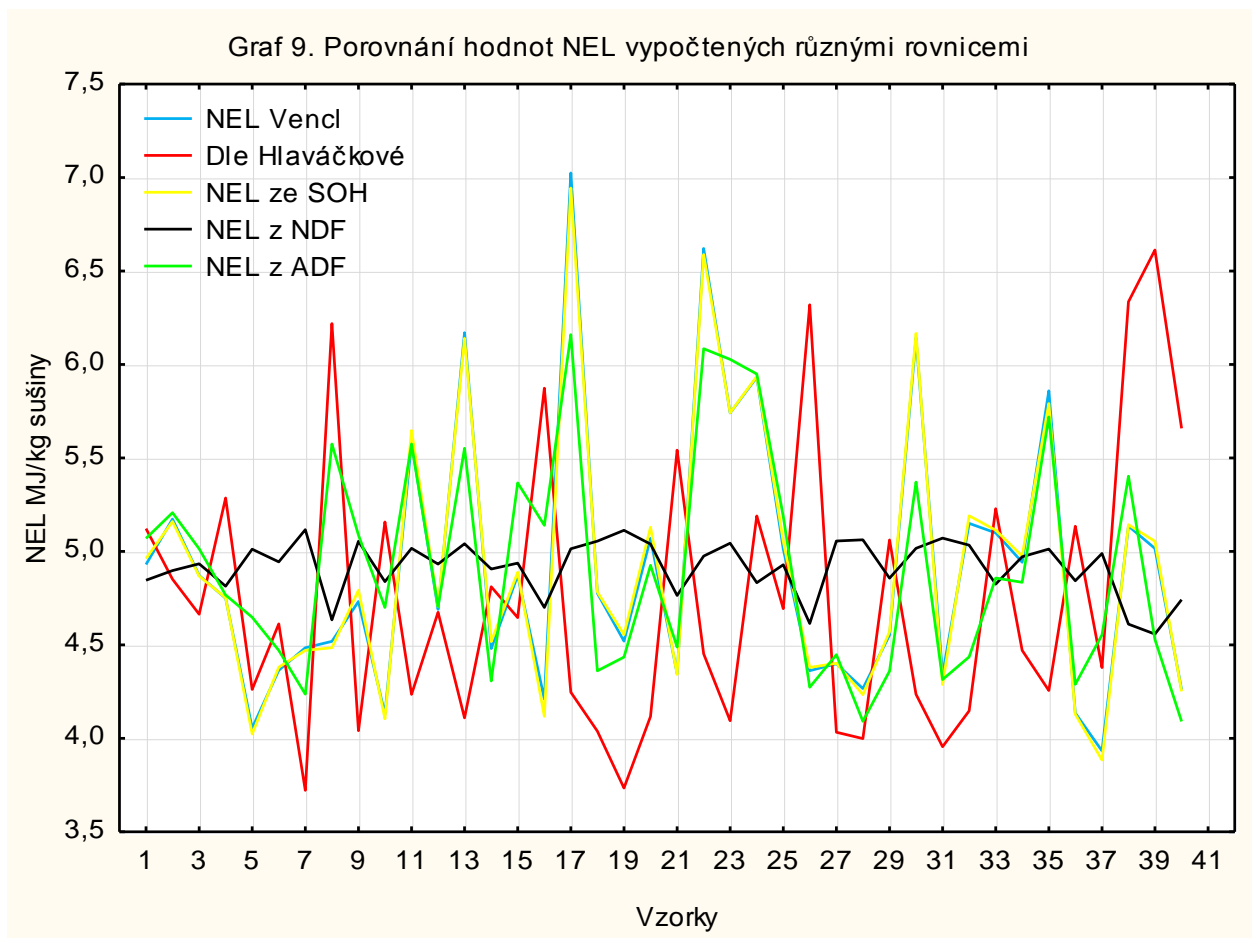
Tabulka 7. Časová a finanční náročnost analytických metod, nezbytných k predikci energetické hodnoty (MJ NEL) krmiv při plném využití kapacity přístrojů (Hlaváčková, 2013)

Ukazatel	Časová a finanční náročnost metod, založených na analýzách		
	NDF	ADF	SOH
Sériovost stanovení (sáčky / vzorky)	24 / 12	24 / 12	100 / 50
Doba analýzy (hodiny)	13,25	13	104,5
Cena za 1 vzorek (Kč)	68,75	60,33	96,31

Nejjednodušší a časově nejméně náročná je analýza acidodetergentní vlákniny, která vychází na 13 hodin/analýza. Cena za jeden vzorek je 60,33 Kč. Druhá o něco málo náročnější je analýza neutrálně detergentní vlákniny, kdy celkový čas analýzy trval 13,25 hodiny. Cena za jeden vzorek byla 68,75 Kč. Časově nejnáročnější a finančně nákladná byla ze všech analýz stravitelná organická hmota. Celkový vynaložený čas na provedení analýzy byl 104,5 hodiny a cena za jeden vzorek je 96,31 Kč. Celkově SOH vyšla nejhůře v obou případech, ale pro predikci netto energie laktace u lučního sena byla nejpřesnější (99,7 %) ze všech metod.

Z tabulky 7. vychází jako jednodušší na analýzu vzorků regresní rovnice od Hlaváčkové (2013), která potřebuje k výpočtu hodnoty neutrálně detergentní vlákniny. Ta není finančně tolik nákladná a časově tak náročná jako regresní rovnice, která počítá se stravitelnou organickou hmotou, ale není tolik přesná.

Graf 9. Porovnání hodnot NEL vypočtených dle vlastních rovnic, Vencla (1991) a Hlaváčkové (2013) u jednotlivých vzorků



Z grafu 9. vyplývá, že regresní rovnice od Hlaváčkové (2013) snižuje obsah netto energie laktace u většiny vzorků. U vzorků s nejnižším a nízkým obsahem NEL je to nejvíce patrné.

7. Závěr

Záměrem této diplomové práce bylo vymyslet jednodušší a přesnější predikční rovnici v závislosti na obsahu vlákniny pro stanovení netto energie laktace. Zjistilo se, že je nejlepší využít z detergentní vlákniny acidodetergentní vlákninu (ADF), která má středně silnou lineární nepřímou závislost a korelační koeficient $r = -0,8133$. Avšak pouze znalost hodnot detergentní vlákniny nestačí k vytvoření přesnější rovnice pro stanovení netto energie laktace (NEL).

Dalším zjištěním je, že stravitelná organická hmota vysoce koreluje (99,74 %) s obsahem netto energie laktace, je dost přesná v predikční rovnici, a proto se v ní nemusí používat více parametrů (např. dusíkaté látky v predikční rovnici dle Vencla (1991)). Negativní stránka je časová náročnost a finanční nákladnost stanovení stravitelné organické hmoty. Nejméně koreluje netto energie laktace s neutrálně detergentní vlákninou (4,11 %), popelovinami (16,82 %) a organickou hmotou (16,82 %).

8. Literatura

Ankom technology. Acid detergent fiber in feeds – Filter bag technique (for A200 and A2001) [online]. 2014 [cit. 31.3.2015]. Ankom technology. s. 2. Dostupné z <https://ankom.com/media/documents/Method_5_ADF_Method_A200_RevE_11_04_14.pdf>.

Ankom technology. Neutral detergent fiber in feeds – Filter bag technique (for A200 and A2001) [online]. 2014 [cit. 31.3.2015]. Ankom technology. s. 2. Dostupné z <https://ankom.com/media/documents/Method_6_NDF_Method_A200_RevE_11_04_14.pdf>.

Arroquy, J. I., Cochran, R. C., Villarreal, M., Wickersham, T. A., Llewellyn, D. A., Titgemeyer, E. C., Nagaraja, T. G., Johnson, D. E., Gnad, D. 2004. Effect of level of rumen degradable protein and type of supplemental non-fiber carbohydrate on intake and digestion of low-quality grass hay by beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 115 (1-2). 83-99.

Beauchemin, K. A. 1996. Using ADF and NDF in dairy cattle diet formulation-a western Canadian perspective. *Animal Feed Science and Technology*. 58 (1-2). 101-111.

Belyea R. L., Ricketts, R. E. 1993. Forages for cattle: New methods of determining energy content and evaluating heat damage [online]. October 1993 [cit. 31.3.2015]. Dostupné z <<http://extension.missouri.edu/p/G3150>>.

Buchgraber, K. 2005. Může se zvýšit kvalita píce z luk a pastvin? In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds.). *Kvalita píce z travních porostů. Výzkumný ústav rostlinné výroby*. Praha. s. 12-18. ISBN: 80-86555-75-5.

Červinka, J. 2002. *Stroje pro sklizeň pícnin na seno. Ústav zemědělských a potravinářských informací*. Praha. 64 s. ISBN: 80-7105-054-7.

Česko. Nařízení Komise (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv In: *Úřední věstník Evropské unie*. 2009. s. 130. Dostupné z <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0152&from=CS>>.

Doležal, P. 2006. Objemná statková krmiva. Zeman, L. (ed.). *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha. s. 102-126. ISBN: 80-86726-17-7.

Doležal, P., Zeman, L., Kopřiva, A. 2006. Konzervace a úpravy krmiv. Zeman, L. (ed.). *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha. s. 161-187. ISBN: 80-86726-17-7.

Doležal, P., Szwedziak, K., Tukiendorf, M. 2013. Výroba a hodnocení sena. In: Třináctý, I. (ed.). Hodnocení krmiv pro dojnice a bioplynové stanice. AgroDigest. Pohořelice. s. 387-398. ISBN: 978-80-260-2514-6.

Doležal, P., Zeman, L., Szwedziak, K., Tukiendorf, M. 2014. Výroba sena a hodnocení jeho kvality. In: Skládanka, J. (ed.). Pícninářství. Mendelova univerzita. Brno. s. 309-337. ISBN: 978-80-7509-111-6.

Drábek, B. 2006. Jeteloviny v lučních a pastevních porostech. In: Hrabě, F. (ed.). Vše pro trávy a jetelovino trávy. Ing. Petr Baštan. Olomouc. s. 74-75. ISBN: 80-903275-5-9.

Eastridge, M. L., Bucci, P. B., Ribeiro, C. V. D. M. 2009. Feeding equivalent concentrations of forage neutral detergent fiber from alfalfa hay, grass hay, wheat straw, and whole cottonseed in corn silage based diets to lactating cows. *Animal Feed Science and Technology*. 150 (1-2). 86-94.

Grau, J., Kremer, P. B., Mösel, M. B., Rambold, G., Triebel, D. 1998. Trávy – lipnicovité, šáchorovité, sítinovité a rostliny podobné travám Evropy. Ikar. Praha. 287 s. ISBN: 80-7202-260-1.

Harris, B. Nonstructural and structural carbohydrates in dairy cattle rations [online]. University of Florida. November 1993 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z <<http://ufdc.ufl.edu/UF00008566/00001/1j>>.

Hejduk, S., Buchgraber, K., Pozdíšek, J. 2013. Hodnocení píce trvalých travních porostů pro dojnice. In: Třináctý, I. (ed.). Hodnocení krmiv pro dojnice a bioplynové stanice. AgroDigest. Pohořelice. s. 313-326. ISBN: 978-80-260-2514-6.

Hlaváčková, A. 2013. Vztah jednotlivých frakcí polysacharidů k energetické hodnotě krmiva. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Praha. 115 s.

Hrabě, F., Cagaš, B., Citarová, E., Červinka, J., Čunderlíková, Z., Dvořáček, J., Golecký, J., Hejduk, S., Houdek, I., Kalač, P., Klimeš, F., Kobes, M., Kohoutek, A., Pozdíšek, J., Přikryl, J., Rotrekl, J., Skládanka, J., Smrž, J., Stach, J., Svobodová, M., Šúr, D., Tišliar, E., Vorlíček, Z. 2004. Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi. Ing. Petr Baštan. Olomouc. 121 s. ISBN: 80-903275-1-6.

Ishler, V., Varga, G. Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle [online]. Penn State. 2007 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z <<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/diet-formulation-and-evaluation/carbohydrate-nutrition-for-lactating-dairy-cattle>>.

Kohoutek, A., Pozdíšek, J. 2005. Vliv obhospodařování travních porostů na výnos, kvalitu a konverzi píče skotem. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds.). Kvalita píče z travních porostů. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. s. 19-32. ISBN: 80-86555-75-5.

Komárek, P., Kohoutek, A., Fiala, J., Odstrčilová, V., Nerušil, P. 2005. Produkce a kvalita píče travních porostů v závislosti na zatížení skotem a frekvenci sečení. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds.). Kvalita píče z travních porostů. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. s. 175-182. ISBN: 80-86555-75-5.

Koukolová, V. Význam hodnocení vlákniny ve výživě dojnic [online]. Praha. Výzkumný ústav živočišné výroby. 5. června 2008 [cit. 23.3.2015]. Dostupné z <<http://www.vuchs.cz/akce/2008-06-05-Pohorelice/2008-06-05-Pohorelice-Koukolova.pdf>>.

Koukolová, V., Homolka, P. 2008. Hodnocení stravitelnosti neutrálně-detergentní vlákniny ve výživě skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 30 s. ISBN: 978-80-7403-016-1.

Koukolová, V., Homolka, P., Kudrna, V. 2010. Vliv strukturních sacharidů na bachorovou fermentaci, zdraví zvířat a kvalitu mléka. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 41 s. ISBN: 978-80-7403-066-6.

Kubát, K., Bělohávková, R., Bureš, P., Businský, R., Čáp, J., Danihelka, J., Dostálek, J., Drábková, L., Dvořáková, M., Filippov, P., Grulich, V., Havlíček, P., Hrčka, D., Hrouda, L., Hroudová, V., Hroudová, Z., Chrtek, J. jun., Chrtek, J. sen., Jehlík, V., Kaplan, Z., Kirschner, J., Kirschnerová, L., Koblížek, J., Kočí, K., Kovanda, M., Krahulec, F., Kříša, B., Mandák, B., Marhold, K., Plocek, A., Procházka, F., Pyšek, P., Řepka, R., Slavík, B., Slavíková, Z., Suda, J., Šída, O., Šmarda, P., Štech, M., Štěpánek, J., Štěpánková, J., Trávníček, B., Větvička, V., Zázvorka, J., Zelený, V. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 927 s. ISBN: 80-200-0836-5.

Kudrna, V., Čermák, B., Doležal, O., Frydrych, Z., Herrmann, H., Homolka, P., Illek, J., Loučka, R., Macháčová, E., Martínek, V., Mikyska, F., Mrkvička, J., Mudřík, Z., Pindřák, J., Poděbradský, Z., Pulkrábek, J., Skřivanová, V., Šantrůček, J., Šimek, M., Veselá, M., Vrzal,

J., Zelenka, J., Zemanová, D. 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj. Praha. 350 s. ISBN: 80-239-4241-7.

Mašek, J. 2006. Technika pro sklizeň a konzervaci píce. In: Hrabě, F. (ed.). Vše pro trávy a jetelovino trávy. Ing. Petr Baštan. Olomouc. s. 112-119. ISBN: 80-903275-5-9.

Mazzia, M., Walker, N. Live yeast action on the rumen: unlocking fiber potential to optimize feed value [online]. Engormix. 7th August 2008 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z <<http://en.engormix.com/MA-dairy-cattle/health/articles/live-yeast-action-rumen-t1051/p0.htm>>.

Míka, V., Harazim, J., Kalač, P., Kohoutek, A., Komárek, P., Pavlů, V., Pozdíšek, J. 1997. Kvalita píce. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 227 s. ISBN: 80-96153-59-2.

Pelikán, J. 2006. Barevné jeteloviny. In: Hrabě, F. (ed.). Vše pro trávy a jetelovino trávy. Ing. Petr Baštan. Olomouc. s. 19-24. ISBN: 80-903275-5-9.

Pelletier S., Tremblay, F. G., Bertrand, A., Bélanger, G., Castonguay, Y., Michaud, R. 2010. Drying procedures affect non-structural carbohydrates and other nutritive value attributes in forage samples. *Animal Feed Science and Technology*. 157 (3-4). 139-150.

Pozdíšek, J., Mikyska, F., Loučka, R., Bjelka, M. 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých píce a trvalých travních porostů. Výzkumný ústav pro chov skotu. Rapotín. 38 s. ISBN: 978-80-87144-06-0.

Skládanka, J. 2014. Složky travního ekosystému. In: Skládanka, J. (ed.). Pícninářství. Mendelova univerzita. Brno. s. 177-184. ISBN: 978-80-7509-111-6.

Skládanka, J., Mikyska, F., Šeda, J. 2014. Přísevy travních porostů. In: Skládanka, J. (ed.). Pícninářství. Mendelova univerzita. Brno. s. 255-264. ISBN: 978-80-7509-111-6.

Sommer, A., Čerešňáková, Z., Frydrych, Z., Králík, O., Králíková, Z., Krása, A., Pajtáš, M., Petrikovič, P., Pozdíšek, J., Šimek, M., Třináctý, J., Vencl, B., Zeman, L. 1994. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Výzkumný ústav výživy zvířat. Pohořelice. 196 s. ISBN: 80-901598-1-8.

Spanghero, M., Boccalon, S., Gracco, L., Gruber, L. 2003. NDF degradability of hays measured in situ and in vitro. *Animal Feed Science and Technology*. 104 (1-4). 201-208.

- Šantůrek, J., Svobodová, M., Štráfelda, J., Veselá, M. 1995. Základy pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. 32 s. ISBN: 80-7105-094-6.
- Šarapatka, B., Hejduk, S., Čížková, S., Juršík, J., Mátlová, V., 2005. Trvalé travní porosty v ekologickém zemědělství. PRO-BIO. Šumperk. 24 s. ISBN: 80-903583-5-7.
- Šašková, D., Štolfa, V. 1993. Trávy a obilí. Artia a Granit. Praha. 64 s. ISBN: 80-85805-03-0.
- Ševčíková, M. 2006. Lipnice se představují. In: Hrabě, F. (ed.). Vše pro trávy a jetelovino trávy. Ing. Petr Baštan. Olomouc. s. 102-104. ISBN: 80-903275-5-9.
- Třináctý J., Doležal, P. (2006). Prováděcí metodika: Stanovení stravitelnosti sušiny a organické hmoty pepsin-celulázovou metodou užitím Daisy inkubátoru. Projekt NAZV 1B44037: Nová technologie aplikace aminokyselin u dojnic a 7 aktualizace systému PDI v ČR, Dílčí cíl V003: Stanovení hodnot stravitelnosti organické hmoty krmiv.
- Třináctý, J., Richter, M., Veselý, P., Rajčáková, L. 2013. Hodnocení víceletých pícnin. In: Třináctý, I. (ed.). Hodnocení krmiv pro dojnice a bioplynové stanice. AgroDigest. Pohořelice. s. 293-312. ISBN: 978-80-260-2514-6.
- Turner, J. E., Coblenz, W. K., Coffey, K. P., Rhein, R. T., McGinley, B. C., Galdámez-Cabrera, N. W., Rosenkrans, C. F., Johnson, Z. B., Kellogg, D. W., Skinner, J. V. 2004. Effects of natural rainfall and spontaneous heating on voluntary intake, digestibility, in situ disappearance kinetics, passage kinetics, and ruminal fermentation characteristics of tall fescue hay fed to growing steers. *Animal Feed Science and Technology*. 116 (1-2). 15-33.
- Valihora, B., Golecký, J. 2005. Vplyv zloženia trávnych porastov na úžitkovosť hovädzieho dobytku. In: Kohoutek, A., Pozdíšek, J. (eds.). Kvalita píce z travních porostů. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. s. 33-41. ISBN: 80-86555-75-5.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74 (10). 3583-3597.
- Vencl, B., Frydrych, Z., Krása, A., Pospíšil, R., Pozdíšek, J., Sommer, A., Šimek, M., Zeman, L. 1991. Nové systémy hodnocení krmiv pro skot. Akademie zemědělských věd. Praha. 134 s. ISBN: 80-7002-022-9.

- Veselý, P. 2006. Systémy stanovení energetické hodnoty krmiv. Zeman, L. (ed.). Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. s. 61-63. ISBN: 80-86726-17-7.
- Veselý, P., 2006. Hodnocení obsahu energie v krmivech pro přežvýkavce. Zeman, L. (ed.). Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. s. 64-69. ISBN: 80-86726-17-7.
- Vozár, Ľ, Jančovič, J. 2014. Bránenie, valcovanie, smykovanie. In: Skládanka, J. (ed.). Pícninářství. Mendelova univerzita. Brno. s. 246-247. ISBN: 978-80-7509-111-6.
- Vozár, Ľ, Jančovič, J. 2014. Využívanie trávnych porastov. In: Skládanka, J. (ed.). Pícninářství. Mendelova univerzita. Brno. s. 209-224. ISBN: 978-80-7509-111-6.
- Vyskočil, I., Zeman, L., Kratochvílová, P., Večerek, M., Vašátková, A. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. s. 84. ISBN: 978-80-7375-218-7.
- Zeman, L., Veselý, P., Ryant, P., Skládanka, J., Zelenka, J. 2006. Živiny. Zeman, L. (ed.). Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profi Press. Praha. s. 11-32. ISBN: 80-86726-17-7.
- Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossmann, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doležal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Michele, P., Zemanová, D., Šiške, V. 1995. Katalog krmiv. Výzkumný ústav výživy zvířat. Pohořelice. s. 465. ISBN: 80-901598-3-4.

9. Seznam použitých zkratek

ADF = acidodetergentní vláknina

DM = sušina

NDF = neutrálně detergentní vláknina

HTS = hmotnost tisíce semen

NEL = netto energie laktace

NL = dusíkaté látky

NSC = nestrukturální sacharidy

OH = organická hmota

SOH = stravitelná organická hmota

TTP = trvalé travní porosty