

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko  
Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko

Uplatněná certifikovaná metodika

## **METODIKA 17/11**

# **Hodnocení kvality víceletých pícnin pro dojnice**

**(Evaluation of quality of perennial forage crops for dairy cows)**

**Dr. Ing. Jiří Třináctý**

Září 2011

Realizační výstup výzkumného projektu **MZe ČR QH81280**  
Metodika schválena MZe ČR, osvědčení č. 17210/2011-2

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko  
Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r.o. Troubsko

Cena: 100 Kč

ISBN: 978-80-86908-28-1

## **OBSAH**

1. Cíl metodiky
2. Vlastní popis metodiky
  - 2.1 Seznam zkratk, převody jednotek
  - 2.2 Úvod
    - 2.2.1 Trendy v pěstování víceletých píce
    - 2.2.2 Víceleté pícniny ve výživě dojnic
    - 2.2.3 Faktory ovlivňující dostupnost energie krmiv z víceletých píce
  - 2.3 Systémy pro hodnocení kvality víceletých píce
    - 2.3.1 Vývoj systémů hodnocení kvality víceletých píce
    - 2.3.2 Hodnocení energie víceletých píce dle systému NRC 2001
    - 2.3.3 Index RFV (relativní krmná hodnota)
      - 2.3.3.1 Princip a výpočet indexu RFV
      - 2.3.3.2 Interpretace indexu RFV
    - 2.3.4 Index RFQ (relativní kvalita píce)
      - 2.3.4.1 Princip a výpočet indexu RFQ
      - 2.3.4.2 Interpretace indexu RFQ
    - 2.3.5 Hodnocení víceletých píce v systému MILK 2006
      - 2.3.5.1 Princip systému MILK 2006
      - 2.3.5.2 Požadované analýzy
      - 2.3.5.3 Používání softwaru MILK 2006, interpretace výsledků
3. Srovnání novosti postupů
4. Popis uplatnění certifikované metodiky
5. Ekonomické vyhodnocení
6. Seznam použité související literatury
7. Seznam publikací, které předcházely metodice
8. Dedikace
9. Jména oponentů

## 1. CÍL METODIKY

Cílem této metodiky pro praxi je aktualizovat systém hodnocení kvality víceletých píceňin pro dojnice v podmínkách ČR s využitím systému MILK 2006.

## 2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

### 2.1 SEZNAM ZKRATEK, PŘEVODY JEDNOTEK

**ADF (% DM)** – (**acid detergent fibre**) - acido detergentní vláknina

**ADICP (% DM)** – (**acid detergent insoluble protein**) - acido detergentně nerozpustný protein ( $N \times 6,25$ )

**ADL (% DM)** – (**acid detergent lignin**) – acido detergentní lignin

**Ash (% DM)** – (**ash**) - popel

**BW (kg)** – (**body weight**) – tělesná hmotnost

**CP (% DM)** – (**crude protein**) – dusíkaté látky ( $NL = N \times 6,25$ )

**DDM (% DM)** – (**digestible dry matter**) – stravitelná sušina

**DE (Mcal)** – (**digestible energy**) – stravitelná energie

**DE1x (Mcal)** – stravitelná energie při úrovni výživy 1x záchova

**DE3x (Mcal)** – stravitelná energie při úrovni výživy 3x záchova

**DM (%)** – (**dry matter**) - sušina

**DMI (kg.day<sup>-1</sup>)** – (**dry matter intake**) – denní příjem sušiny

**EE (% DM)** – (**ether extract**) - tuk

**FA (% DM)** – (**fatty acids**) – mastné kyseliny (v ČR je tato hodnota zahrnuta pod pojmem tuk, v systému NRC (2001) jsou odlišeny v rámci této hodnoty mastné kyseliny, glycerol a ostatní látky (např. barviva, vosky)).

**Mcal** – (**mega calory**) – megakalorie

**ME (Mcal)** – (**metabolizable energy**) – metabolizovatelná energie

**ME3x (Mcal)** – metabolizovatelná energie při úrovni výživy 3x záchova

**NDF (% DM)** – (**neutral detergent fibre**) – neutrálně detergentní vláknina

**NDFD (% NDF)** - (**in vitro neutral detergent fibre digestibility**) - in vitro stravitelnost NDF

**NDFN (% DM)** – (**neutral detergent fibre after nitrogen correction**) hodnota NDF korigovaná na obsah dusíku,  $NDFN = NDF - NDICP$

**NDICP (% DM) – (neutral detergent insoluble crude protein)** – protein nerozpustný v neutrálním detergentu navázaný na neutrálně detergentní vlákninu (neutrálně detergentně nerozpustný N x 6,25)

**NEL (Mcal) – (netto energy for lactation)** – netto energie laktace

**NEL3x (Mcal) – (netto energy for lactation at production level 3x intake)** netto energie laktace při úrovni výživy 3x záchova

**NFC (% DM) – (non fibre carbohydrates)** – nevláknité sacharidy (dle terminologie běžně používané v ČR se jedná o BNLV (bezdušikáté látky výtažkové, CF je nahrazeno NDF)

**PAF – (%) - (processing adjustment factor)** - korekční faktor zpracování

**RFQ – (bezrozm.) – (relative forage quality)** – relativní kvalita píče

**RFV– (bezrozm.) – (relative feed value)** – relativní krmná hodnota

**td – (true digestible)** – skutečně stravitelné

**tdCP (% DM) – (true digestible crude protein)** – skutečně stravitelný protein

**tdFA (% DM) – (true digestible fatty acids)** – skutečně stravitelné mastné kyseliny

**TDN (% DM) – (total digestible nutrients)** – celkové stravitelné živiny (v ČR je používáno také označení veškeré stravitelné živiny (VSŽ), zde je nutné zohlednit rozdíl ve stanovení vlákniny, VSŽ zahrnují hrubou vlákninu, TDN počítají se stanovením NDF).

**TDN1x (% DM) – (total digestible nutrients at production level 1x maintenance)** - hodnota TDN při úrovni výživy 1x záchova

**tdNDF (% DM) – (true digestible NDF)** – skutečně stravitelná NDF

**tdNFC (% DM) – (true digestible non fibre carbohydrate)** – skutečně stravitelné nevláknité sacharidy

### **Převody jednotek:**

Převod kalorií na jouly: 1 cal (termochemická kalorie) = 0,239 J

Převod joulů na kalorie: 1 J = 4,184 cal (termochemická kalorie)

Převod akrů (acres) na hektary: 1 acre = 0,4047 ha

Převod hektarů na akry (acres): 1 ha = 2,471 acre

Převod liber (lb) na kilogramy (kg): 1 lb = 0,4536 kg

Převod kilogramů (kg) na libry (lb): 1 kg = 2,2045 lb

Převod amer. tun (ton) na kilogramy (kg): 1 ton = 907,2 kg

Převod kilogramů (kg) na amer. tuny (ton): 1000 kg = 1,102 ton

## 2.2 ÚVOD

### 2.2.1 Trendy v pěstování víceletých píceňin

Hlavním konzumentem pícnin, ať už jednoletých (kukuřice na siláž), víceletých pěstovaných na orné půdě, nebo jako trvalých travních porostů (TTP), je skot. Jak je patrné z Tab. 1, v České republice lze zaznamenat trvalý pokles stavu skotu. V případě dojených krav je pokles stavu trvalého rázu s průměrným meziročním úbytkem mezi lety 2005 až 2009 ve výši -2 %. V důsledku mléčné krize jejich počet dále poklesl mezi lety 2009 až 2010 ze 400 na 380 tis. (ČSÚ), což odpovídá meziročnímu úbytku 5 %. Důsledkem uvedených trendů jsou dva základní negativní jevy: 1/ S nárůstem výměry TTP se současným poklesem stavu skotu se snižuje podíl přirozené údržby porostu při jeho zkrmování. 2/ V důsledku poklesu víceletých pícnin pěstovaných na orné půdě se tak z osevních postupů vytrácejí důležité typy plodin, což má za následek zhoršování agrotechnických vlastností půdy. Stabilizace výměry kukuřice pěstované na siláž přes pokles stavu skotu (Tab. 1) je zřejmě důsledkem rozšiřování sortimentu hybridů s nízkým číslem FAO, což umožňuje pěstovat kukuřici na siláž i ve vyšších polohách a zvyšovat tak její zastoupení v krmných dávkách. Energetický příspěvek kukuřičné siláže v krmných dávkách především pro dojnice je nepominutelný, ale ve vztahu k půdě nemůže nahradit víceleté pícniny, mj. i vzhledem ke zvýšenému riziku vodní eroze.

### 2.2.2 Víceleté pícniny ve výživě dojnic

V případě víceletých pícnin lze vedle zlepšení agrotechnických vlastností půdy očekávat benefit také v oblasti samotné výživy skotu. Zařazením kvalitních víceletých pícnin do krmných dávek zaznamenala řada autorů zlepšení zdravotního stavu v souvislosti především s produkčními chorobami (acidóza, laminitida, reprodukce ...). Víceleté pícniny, ať už ve formě siláže nebo sena, jsou hlavním zdrojem objemné složky krmných dávek pro skot především v pícninářské výrobní oblasti. Vojtěškové seno je neodmyslitelnou složkou krmných dávek s vysokým podílem jaderných krmiv u vysokoužitkových dojnic vzhledem k jeho pufrací schopnosti prostřednictvím vysokého obsahu pektinu (Van Soest et al., 1991).

Tab. 1: Vývoj stavu skotu dle kategorie a výměry TTP a píceň pěstovaných na orné půdě (ČSÚ; Kvapilík et al., 2010; Kvapilík a Kohoutek, 2009)

Rok	Skot celkem (tis.)	Krávy		TTP <sup>2</sup> (tis. ha)	Víceleté pícniny na orné půdě (tis. ha)	Kukuřice na siláž (tis. ha)
		dojné (tis.)	BTPM <sup>1</sup> (tis.)			
2005	1397	433	141	974	221	211
2006	1374	424	140	976	213	191
2007	1391	410	155	978	206	180
2008	1402	406	163	980	188	180
2009	1364	400	163	983	181	180

<sup>1</sup> krávy bez tržní produkce mléka

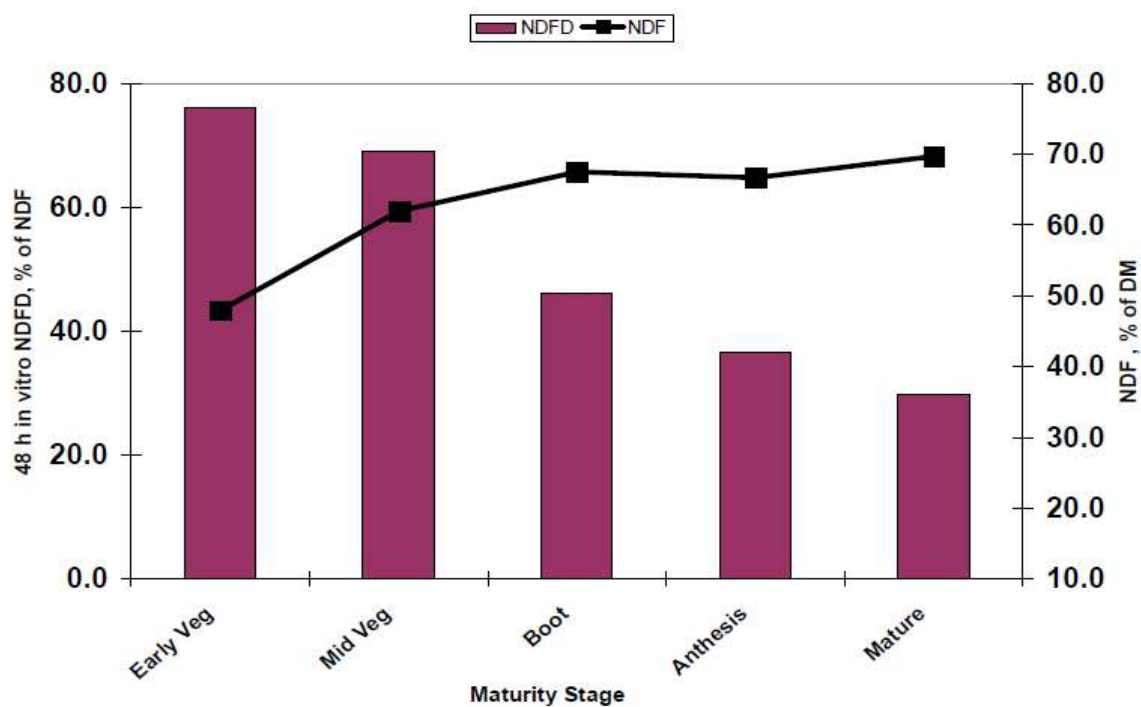
<sup>2</sup> trvalé travní porosty

### 2.2.3 Faktory ovlivňující dostupnost energie krmiv z víceletých pícnin

Stravitelnost energie je ovlivňována druhem pícniny (jeteloviny, trávy, jetelotravní směsky), genotypem v interakci s pěstitelskými podmínkami, termínem a technikou sklizně, fermentačním procesem. Uvedené faktory mohou zásadně ovlivnit podíl lehce dostupných nevláknitých sacharidů a stravitelnost NDF.

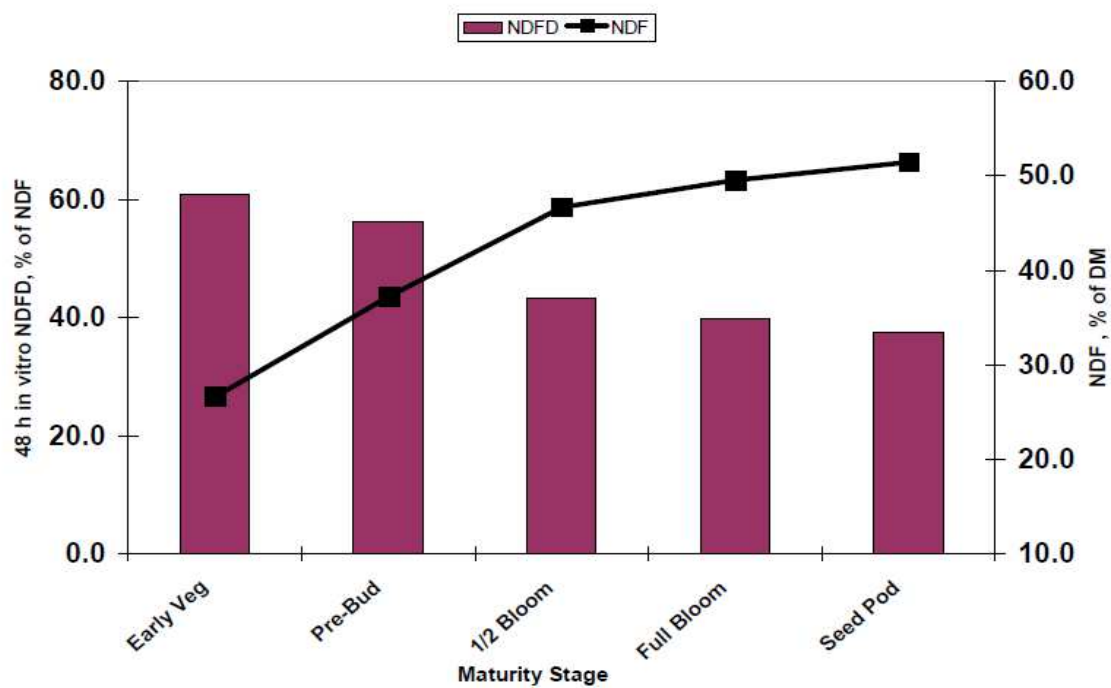
Víceleté pícniny mají ve srovnání s kukuřicí vzhledem k zanedbatelnému podílu škrobu vyšší zastoupení NDF. Z tohoto důvodu stravitelnost NDF zásadně ovlivňuje obsah energie. Víceleté pícniny na rozdíl od kukuřice podléhají v průběhu vegetace vyšší lignifikaci pletiv. Vliv vegetačního stádia na stravitelnost a obsah NDF u trav, jetelovin a kukuřice je patrný z grafů (Obr. 1, 2 a 3) převzatých z publikace autorů Hoffman et al. (2003). Z víceletých pícnin se především trávy vyznačují rychlým poklesem stravitelnosti NDF (Obr. 1, Hoffman et al., 2003) s následným snížením obsahu netto energie po nástupu fáze kvetení (Obr. 4, Kubát et al., 2010). Kvalita víceletých pícnin může z výše uvedených důvodů velmi kolísat, proto jsou hledány nástroje pro efektivní hodnocení aktuální nutriční hodnoty těchto krmiv.

Obr. 1: Vliv vegetační fáze (Early Veg – časná vegetativní fáze; Mid Veg – střední vegetativní fáze; Boot – metání; Anthesis – kvetení; Mature – přestárlý porost) na obsah NDF (% of DM) a stravitelnost (48 h in vitro NDFD) u tray (průměrné hodnoty ze sloučené databáze pro siláž a seno) (Hoffman et al., 2003)

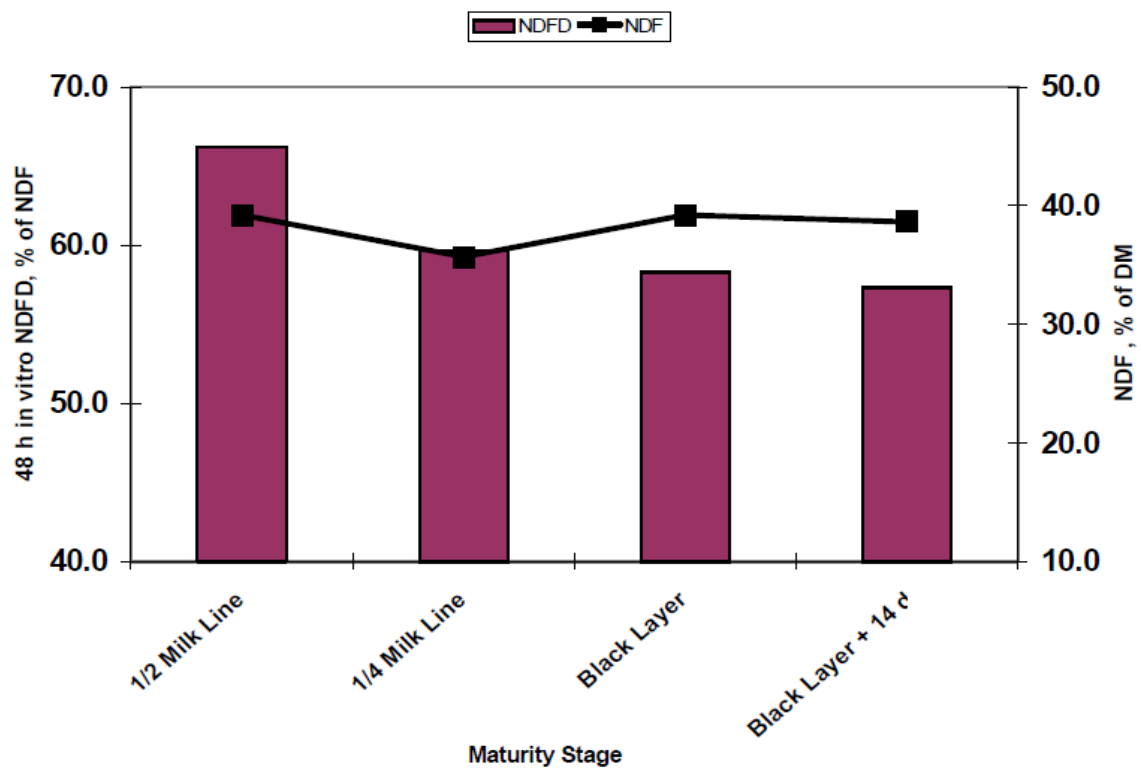




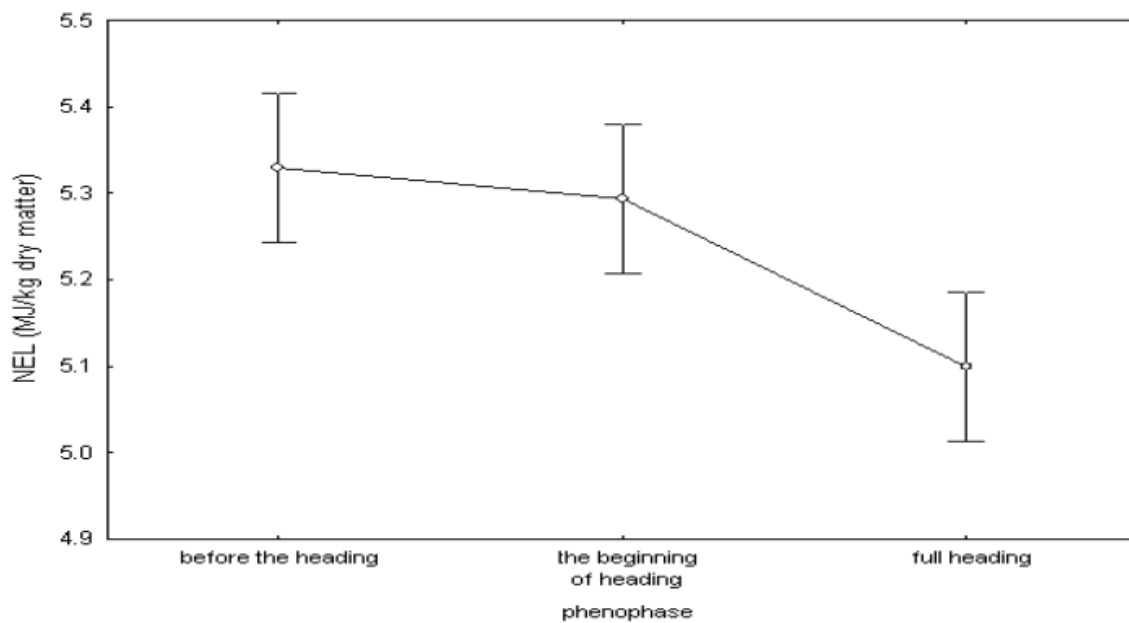
Obr. 2: Vliv vegetační fáze (Early Veg – časná vegetativní fáze; Pre Bud – před butonizací; ½ Bloom – 50 % v květu; Full Bloom – plně v květu; Seed Pod – tvorba lusků) na obsah NDF (% of DM) a stravitelnost (48 h in vitro NDFD) u jetelovin (průměrné hodnoty ze sloučené databáze pro siláž a seno) (Hoffman et al., 2003)



Obr. 3: Vliv vegetační fáze (1/2 Milk Line – mléčná linie v 1/2 zrna; 1/4 Milk Line – mléčná linie v 1/4 zrna; Black Layer – vznik černé vrstvy; Black Layer + 14 d – vznik černé vrstvy + 14 dnů) na obsah NDF (% of DM) a stravitelnost (48 h in vitro NDFD) u kukuřice (Hoffman et al., 2003)



Obr. 4: Vliv vegetační fáze (before the heading – před metáním; the beginning of heading – začátek metání; full heading – plné metání) u travní siláže na obsah NEL (Kubát et al., 2010)



## 2.3 SYSTÉMY PRO HODNOCENÍ KVALITY VÍCELETÝCH PÍCNIN

### 2.3.1 Vývoj systémů hodnocení kvality víceletých píceň

V oblasti hodnocení obsahu živin v krmivech jsou na jedné straně používány systémy určené pro řízení výživy, což jsou v případě dojnic např. NRC (2001), „cornellský“ (CNCPS), nebo INRA, na druhé straně jsou používány systémy, jejichž výstupem jsou tzv. indexy určující kvalitu pícnin pro účely šlechtění, oceňování nebo pro efektivní stanovení aktuální kvality porostu v praxi.

Na rozdíl od francouzského systému (INRA), kde se pro výpočet koncentrace energie u krmiv používá hodnota stravitelnosti organické hmoty, v rámci systému NRC (2001) se pracuje se stravitelnostmi jednotlivých živin individuálně sumarizovaných do jedné hodnoty jako obsah veškerých stravitelných živin (TDN). Tento přístup byl uplatňován již v předcházejících verzích tohoto systému (NRC, 1978, 1989), a byl postupně modifikován a zpřesňován. Aktuální verze systému NRC (2001) je tímto předurčena pro sofistikovanější postup výpočtu obsahu energie, umožňující řešit energetické příspěvky jednotlivých stravitelných živin odděleně se zřetelem na vlákninu jako stěžejní složku pícnin.

Systémy pro porovnání kvality pícnin na základě indexů používají pro jejich výpočet zjednodušené postupy převzaté z výše zmíněného obecného systému pro řízení výživy, přičemž reagují na případné změny v rámci každé jeho aktualizace. Princip výpočtu těchto indexů spočívá v zohlednění stravitelnosti sušiny nebo vlákniny zároveň se zahrnutím změny v příjmu sušiny. Prvotní pohnutkou pro vývoj takového systému bylo zajistit objektivní oceňování sena pro potřeby trhu. Řešením této problematiky se zabýval tým pracovníků Univerzity Wisconsin v USA pod vedením prof. Rohwедера, který na základě zpracování velkého počtu dat z krmných pokusů s pícninami (Rohweder et al., 1978) navrhl postup pro výpočet indexu s názvem: relativní krmná hodnota (RFV, relative feed value) upřesněný později autory Linn et al. (1987). Metoda výpočtu vycházela z principů tehdy aktuálního systému výživy NRC (1978). Se zavedením současného systému NRC (2001) se pozornost zaměřila na zpřesnění metod stanovení stravitelnosti NDF a tento trend se promítl i do systémů hodnocení pícnin. Tým na univerzitě ve Wisconsinu navázal na předcházející práce a navrhl pro zpřesnění výpočtu indexu RFV použít metodu *in vitro* (Shaver et al., 2002). Další zpřesnění tohoto indexu bylo zajištěno modifikací výpočtu příjmu sušiny (Undersander and

Moore, 2002). Způsob výpočtu i výsledné hodnoty indexu RFV byly natolik změněny, že byla navržena změna názvu: relativní kvalita píce (RFQ, relative forage quality). V současné době se lze v databázích víceletých píceň v USA setkat s oběma indexy.

Pro účely hodnocení píceň v rámci jejich šlechtění však uvedené indexy nepostačovaly, neboť nezahrnovaly kvantitativní údaj, výnos. Z tohoto důvodu, tak jak je popsáno např. v metodice pro praxi zaměřené na hodnocení kukuřičných siláží (Třináctý a Richter, 2010), byl navržen systém hodnocení, jehož výstupem je kvalita a výnos hybridů píceň vyjádřených ve formě dvou indexů: produkce mléka na hmotnostní jednotku sušiny a produkce mléka na jednotku plochy (Undersander et al., 1993). Navržené metody výpočtu byly později modifikovány a uplatněny v softwaru MILK 2000. Tento software byl tvořen dvěma moduly: hodnocení jetelovin a trav a hodnocení kukuřičných siláží. Modul zaměřený na hodnocení víceletých píceň byl vyvinut týmem Univerzity of Wisconsin zkoumající oblast agrotechniky píceň (Undersander) a výživy dojníc (Combs, Shaver, Hoffman). Stejný tým tento modul později aktualizoval na současnou verzi MILK 2006, specializované na víceleté píceň, který je volně dostupný na webových stránkách pobočky Univerzity of Wisconsin, zaměřené na výzkum objemných krmiv (University of Wisconsin, Forage Research and Extension). Přínosem této aktuální verze je zahrnutí hodnoty stravitelnosti NDF stanovené metodou *in vitro* do vstupních parametrů a zpřesnění výpočtu příjmu sušiny zohledněním stravitelnosti NDF. Součástí výstupních parametrů MILK 2006 jsou vedle hodnot produkce mléka na hmotnostní jednotku sušiny a jednotku plochy též oba výše zmíněné indexy RFV a RFQ.

### **2.3.2 Hodnocení energie víceletých píceň dle systému NRC 2001**

Podrobný popis kroků pro výpočet obsahu energie krmiva dle NRC 2001 a pracovní postupy požadovaných analýz jsou uvedeny v metodice pro praxi (Třináctý, Richter, Křížová, 2009). Modelově je zde uveden zkrácený postup při výpočtu netto energie kukuřičné siláže dle uvedeného systému:

Základní kroky při stanovení obsahu energie: 1. analýza krmiva, 2. výpočet hodnoty TDN<sub>1x</sub> při úrovni výživy 1x záchova, 3. výpočet stravitelné energie při úrovni výživy 1x záchova (DE<sub>1x</sub>), 4. výpočet stravitelné energie při aktuální produkční úrovni výživy (DE<sub>p</sub>), 5. výpočet metabolizovatelné energie při aktuální produkční úrovni výživy (ME<sub>p</sub>), 6. výpočet netto energie při aktuální produkční úrovni výživy (NEL<sub>p</sub>).

**ad 1/ Požadované základní analýzy** v rámci amerického systému NRC (2001): NDF, ADL, CP, EE, NDICP, ADICP a NDFD (není bezpodmínečně nutná, ale zvyšuje přesnost výpočtu).

### **ad 2/ Výpočet hodnoty TDN1x**

Pro výpočet se používá sumární vztah dle Weisse et al. (1992) jako součet skutečně stravitelných živin s opravou na metabolický podíl ve výkalech:

$$\text{TDN1x (\%)} = \text{tdNFC} + \text{tdCP} + (\text{tdFA} \times 2,25) + \text{tdNDF} - 7$$

### **ad 3/ Výpočet jednotlivých skutečně stravitelných živin**

#### Skutečně stravitelné NFC

$$\text{tdNFC} = 0,98 (100 - [(\text{NDF} - \text{NDICP}) + \text{CP} + \text{EE} + \text{Ash}]) \times \text{PAF},$$

Parametr PAF je korekční faktor zohledňující zpracování krmiva. Pro všechny typy krmiv z víceletých píceň: PAF = 1 (tabulky krmiv NRC 2001):

#### Skutečně stravitelný CP pro objemná krmiva

$$\text{tdCP} = \text{CP} \times \exp [-1,2 \times (\text{ADICP}/\text{CP})]$$

#### Skutečně stravitelné FA

$$\text{tdFA} = \text{FA} (\text{FA} = \text{EE} - 1; \text{jestliže } \text{EE} < 1, \text{ pak } \text{FA} = 0)$$

#### Skutečně stravitelná NDF

$$\text{tdNDF} = 0,75 (\text{NDFN} - \text{ADL}) \times [1 - (\text{ADL} / \text{NDFN})^{0,667}]$$

$$(\text{NDFN} = \text{NDF} - \text{NDICP})$$

### **ad 4/ Výpočet obsahu NEL3x**

#### Stravitelná energie při úrovni výživy 1x záchova (DE1x):

$$\text{DE1x (Mcal/kg)} = (\text{tdNFC}/100) \times 4,2 + (\text{tdNDF}/100) \times 4,2 + (\text{tdCP}/100) \times 5,6 + (\text{FA}/100) \times 9,4 - 0,3$$

#### Stravitelná energie při úrovni výživy 3x záchova (DE3x):

$$\text{Korekční faktor} = (\text{TDN1x} - (0,18 \times \text{TDN1x} - 10,3) \times \text{Příjem})/\text{TDN1x}$$

Pro TDN1x = 74% a Příjem (3x záchova) = 2, platí Korekční faktor = 0,918

$$\text{DE3x (Mcal/kg)} = \text{Korekční faktor} \times \text{DE1x} = 0,918 \times \text{DE1x}$$

### **ad 5/ Metabolizovatelná energie při úrovni výživy 3x záchova (ME3x):**

$$ME3x = (1,01 \times DE3x - 0,45) + 0,0046 \times (EE - 3)$$

V případě kukuřičné siláže s průměrným obsahem EE ve výši 3,2 % lze výraz  $0,0046 \times (EE - 3)$  zanedbat. Potom:

$$ME3x = 1,01 \times DE3x - 0,45$$

#### **ad 6/ Netto energie laktace při úrovni výživy 3x záchova (NEL3x):**

$$NEL3x = 0,703 \times ME3x - 0,19 + [(0,097 \times ME3x + 0,19) / 97] \times (EE - 3)$$

Ze stejného výše uvedeného důvodu se zanedbává výraz  $[(0,097 \times ME3x + 0,19) / 97] \times (EE - 3)$ . Potom

$$NEL3x = 0,703 \times ME3x - 0,19$$

### **2.3.3 Relativní krmná hodnota (Index RFV)**

#### **2.3.3.1 Princip a výpočet indexu RFV**

Index RFV (relativní krmná hodnota) je bezrozměrná veličina, představuje příjem stravitelné sušiny vyjádřený v procentech tělesné hmotnosti dojnice a je vztažen k referenčnímu vzorku píce (vojtěškové seno sklizené při plném květu s parametry: NDF = 53 %, ADF = 41 %, kde hodnota RFV = 100. Princip výpočtu navrhli autoři Rohweder et al. (1978) pro American Forage and Grassland Council za účelem objektivního oceňování píce. Autoři s využitím rozsáhlé databáze zaznamenali dobré korelace obsahu stravitelné sušiny (DDM) s obsahem ADF a příjmu sušiny s obsahem NDF. Konečnou podobu výpočtu indexu RFV publikovali autoři Linn et al. (1987), přičemž pro výpočet příjmu sušiny využili poznatků z práce Mertens (1987):

$$RFV = (DMI \times DDM) / 1,29$$

$$DMI (\% BW) = 120 / NDF$$

$$DDM (\% DM) = 88,9 - (0,779 \times ADF),$$

kde

DMI (% BW) = příjem sušiny v procentech tělesné hmotnosti, konstanta 120 představuje maximální příjem NDF ve výši 1,2 % BW x 100 (Mertens, 1987),

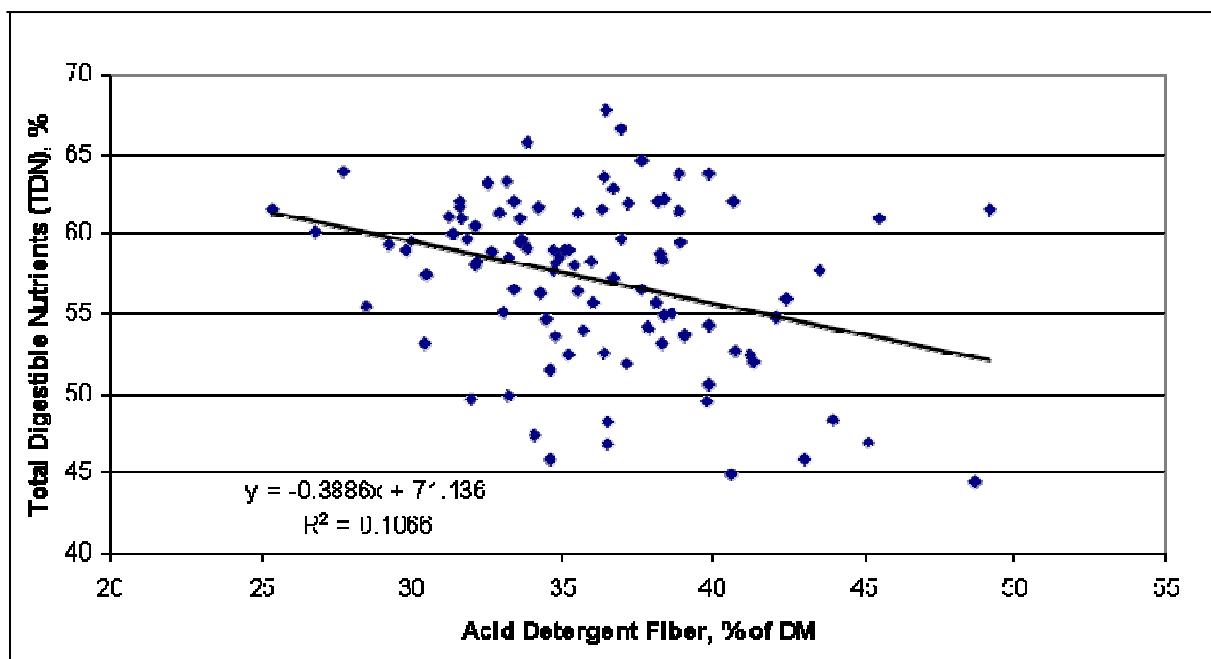
DDM (% DM) = obsah stravitelné sušiny v procentech sušiny,

1,29 upravuje výsledek pro referenční vojtěškové seno (NDF = 53 %, ADF = 41 %) na hodnotu RFV = 100.

(Suma požadovaných analýz: NDF, ADF).

Výpočet hodnoty DDM s použitím obsahu ADF jako parametru byl převzat ze systému NRC (1978). Tento postup byl v období zavádění aktualizace systému NRC (2001) kritizován vzhledem k nízké korelaci hodnot TDN s obsahem ADF (Undersander and Moore (2004), obr. 5. Přes tyto nedostatky se uvedený index RFV používá i v současnosti a je také součástí výstupních parametrů softwaru MILK 2006. Důvodem je snadnost získání vstupních parametrů pro výpočet, postačuje znalost obsahu NDF a ADF.

Obr. 5: Vztah mezi obsahem ADF (Acid Detergent Fiber) a parametrem TDN (Total Digestible Nutrients) vypočítaný užitím *in vitro* stravitelnosti NDF (NRC 2001) u vzorků jetelovin a trav (Undersander and Moore, 2004)



### 2.3.3.2 Interpretace indexu RFV

Autoři Linn et al. (1987) navrhli pro účely oceňování sena šestibodovou škálu kvality získanou na základě hodnot RFV (Tab. 2). Jak již bylo zmíněno výše, index RFV je vztažen k referenčnímu krmivu, představovaným vojtěškovým senem sklizeným v plném květu, kterému odpovídá pozice ve středu škály mezi stupni 2 a 3. Hodnoty RFV pro různé plodiny a fenofáze jsou uvedeny v Tab. 3 (Dunham, 1998). Do krmných dávek pro dojnice na začátku laktace nedoporučuje autor zařazovat vojtěšku z hodnotou RFV nižší než 140. Vojtěška s RFV mezi hodnotami 125 až 140 je vhodná pro dojnice ke konci laktace a s hodnotou nižší než 125 pro rostoucí jalovice. Autor dále upozorňuje, že nelze porovnávat hodnoty RFV mezi



víceletými píceňinami a např. kukuřičnou siláží. Uvedený ukazatel RFV je v současné době použitelný, je však hodnocen spíše jako orientační. Z důvodu větší přesnosti je nahrazován objektivnějším indexem RFQ.

Tab. 2: Vztah mezi stupněm kvality sena víceletých píceňin a indexem RFV (Linn et al., 1987)

Stupeň kvality	RFV
Prvotřídní	> 151
1	125-151
2	103-124
3	87-102
4	75-86
5	< 75

Tab. 3: Hodnoty ADF, NDF a RFV pro různé píceňiny a fenofáze (Dunham, 1998)

Píceňiny	ADF (%)	NDF (%)	RFV (%)
Vojtěška - vegetativní fáze	28	38	164
Vojtěška – butonizace	30	40	152
Vojtěška - začátek kvetení	32	43	138
Směs (vojtěška + tráva)	39	54	101
Sveřep – metání	35	63	91
Sveřep – konec kvetení	49	81	58
Kukuřičná siláž, dostatek klasů	28	48	133
Kukuřičná siláž, málo klasů	30	53	115
Čiroková siláž	32	52	114

## 2.3.4 Index RFQ (relativní kvalita píce)

### 2.3.4.1 Princip a výpočet indexu RFQ

Jak uvádí autoři Moore a Undersander (2002), index RFV u píce z vysoce kvalitních trav bývá podhodnocen z důvodu podhodnocení příjmu sušiny vypočítaného na základě obsahu NDF. Vzhledem k tomu, že obsah NDF jako jediný parametr pro výpočet příjmu sušiny navržený Mertensem (1987) nedává dobré korelace, byl navržen další parametr v podobě stravitelnosti NDF stanovené metodou *in vitro* (NDFD) na základě výsledků publikovaných autory Oba a Allen (1999). Dalším zdrojem nepřesnosti výpočtu indexu RFV byl shledán parametr v podobě stravitelné sušiny vypočítané z obsahu ADF, jak již bylo zmíněno výše. Tento byl nahrazen hodnotou TDN vypočítanou užitím sumárních vztahů dle Weiss et al. (1992), které jsou součástí aktualizace systému NRC (2001). Za tímto účelem byly použity hodnoty NDFD (Shaver et al., 2002). Tyto modifikace výpočtu byly použity pro výpočet nového indexu RFQ v případě jetelovin a jetelotravních směsek. V případě trav byla využita databáze výsledků bilančních experimentů s vyhodnocením příjmu sušiny, což umožnilo odvodit přesnější regrese pro příjem sušiny a zpřesnit výpočet hodnoty TDN (Moore and Kunkle, 1999; Moore and Undersander, 2002).

#### *a) Jeteloviny a jetelotravní směsky (Undersander and Moore, 2002)*

$$\text{RFQ} = \text{DMI jeteloviny} \times \text{TDN jeteloviny} / 1,23$$

(kde konstanta 1,23 vytváří kompatibilitu s původním indexem RFV).

$$\text{DMI jeteloviny (\% BW)} = 120 / \text{NDF} + \text{NDFD} - 45 \times 0,374 / 1350 \times 100, \text{ kde}$$

konstanta 120 představuje maximální příjem NDF ve výši 1,2 % BW x 100 (Mertens, 1987),

konstanta 45 = průměrná *in vitro* stravitelnost NDF jetelovin a směsek (laboratorní hodnota),

konstanta 0,374 = změna příjmu sušiny (libry) odpovídající změně hodnoty NDFD o 1 %,

konstanta 1350 = tělesná hmotnost standardní krávy (libry).

$$\text{TDN jeteloviny (\% DM)} = 0,98 \times \text{NFC} + 0,93 \times \text{CP} + 0,97 \times \text{FA} \times 2,25 + \text{NDFN} \times \text{NDFD} / 100 - 7, \text{ kde}$$

$$\text{NFC} = 100 - \text{NDFN} + \text{CP} + \text{EE} + \text{Popel},$$

$$\text{NDFN} = \text{NDF} - \text{NDICP} \text{ (popř. } \text{NDFN} = \text{NDF} \times 0,93)$$

(Suma požadovaných analýz: Popel, CP, EE, NDF, NDFD, NDICP).

**b) Trávy (Moore and Kunkle, 1999; Undersander and Moore, 2002)**

$RFQ = DMI \text{ trávy} \times TDN \text{ trávy} / 1,23$ , kde

(konstanta 1,23 vytváří kompatibilitu s původním indexem RFV).

$DMI \text{ trávy} = -2,318 + 0,442 \times CP - 0,0100 \times CP^2 - 0,0638 \times TDN + 0,000922 \times TDN^2 + 0,180 \times ADF - 0,00196 \times ADF^2 - 0,00529 \times CP \times ADF$

$TDN \text{ trávy} (\% DM) = 0,98 \times NFC + 0,87 \times CP + 0,97 \times FA \times 2,25 + NDFN \times NDFDp / 100 - 10$

$NDFDp = 22,7 + 0,664 \times NDFD$

(přepočet hodnoty *in vitro* (NDFD) na *in vivo* (NDFDp) dle Moore and Undersander (2002))

(Suma požadovaných analýz: Popel, CP, EE, NDF, NDFD, NDICP).

#### **2.3.4.2 Interpretace indexu RFQ**

Jak již bylo zmíněno, index RFQ je ve srovnání s RFV citlivější, neboť je postaven na stravitelnosti NDF, a může tak odlišit kvalitu krmiv i při shodném obsahu ADF. Vyšší robustnost indexu RFQ dokládá Shaver (2003) na základě vypočítané korelace mezi těmito indexy (obr. 6), kde např hodnotě indexu RFV ve výši 140 odpovídá rozpětí 110 až 170 v případě indexu RFQ. Undersander (2003) uvádí doporučené hodnoty indexu RFQ pro různé kategorie skotu (Tab. 4). Pro určování ceny píce v USA se jednotce indexu RFQ přiřazuje cena za hmotnostní jednotku dané komodity, tj.:  $\text{cena} / RFQ / \text{tuna}$ . Vynásobením této alikvotní ceny stanovenou hodnotou indexu RFQ tak získáme cenu za hmotnostní jednotku dané komodity.

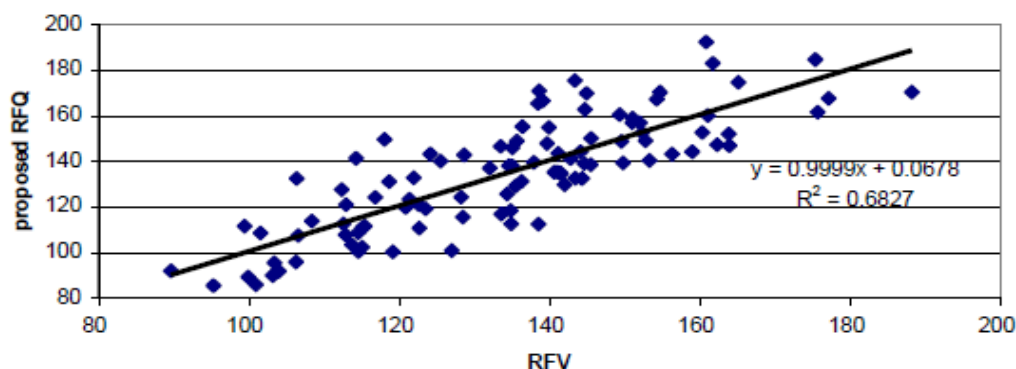
Příklad:

cena za jednotku RFQ a tunu vojtěškového sena = 12,- Kč/RFQ/t

stanoveno RFQ = 140

cena za tunu vojtěškového sena o kvalitě RFQ 140 =  $140 \times 12,0 = 1680,-$  Kč

Obr. 6: Korelace mezi indexy RFV a RFQ (Shaver, 2003)



Tab. 4: Doporučené hodnoty indexu RFQ pro dané kategorie skotu (Undersander, 2003)

RFQ	Kategorie skotu
100 – 120	Jalovice (18 – 20 měs.) Zaprahle dojnice
115 – 130	Jalovice (12 – 18 měs.) Masný skot a telata
125 – 150	Dojnice (posledních 200 dnů laktace) Jalovice (3 – 12 měs.)
140 – 160	Dojnice (první 3 měs. laktace) Telata (dojnice)

### 2.3.5 Hodnocení víceletých píceňin v systému MILK 2006

#### 2.3.5.1 Princip systému MILK 2006

Systém MILK 2006 pro hodnocení víceletých píceňin je distribuován ve formě softwaru. Byly publikovány některé principy, na kterých je systém založen (Schwab et al., 2003; Shaver, 2006). Výstupem systému MILK 2006 jsou dva indexy: produkce mléka na hmotnostní jednotku sušiny a produkce mléka na jednotku plochy. První index je kvalitativním ukazatelem a spojuje v sobě koncentraci netto energie laktace (NEL) a potenciální množství přijaté sušiny vyjádřené souhrnně ve formě produkce mléka na hmotnostní jednotku přijaté

sušiny. Druhý index, který má kvantitativní charakter, převádí po zohlednění výnosu suché hmoty hodnocené pícniny uvedenou potenciální mléčnou produkcí na jednotku plochy.

Posloupnost výpočtu indexu produkce mléka na jednotku sušiny je následující: výpočet koncentrace NEL3x, výpočet příjmu sušiny a odpovídající NEL3x píče, výpočet přijaté NEL3x, odpočet potřeby na záchovu pro standardní dojnici, výpočet odpovídající produkce mléka a jeho přepočtení na hmotnostní jednotku přijaté sušiny.

Výpočet koncentrace NEL3x se provádí na principech systému NRC (2001), viz výše (oddíl 2.3.2): Hodnocení energie víceletých pícnin dle systému NRC (2001). Posunem ve srovnání s NRC (2001) je však změna v získání parametru tdNDF. Zatímco NRC (2001) připouští obě eventuality výpočtu tdNDF (s použitím parametru ADL nebo s doporučenou hodnotou stravitelnosti NDF stanovenou metodou *in vitro* - NDFD), systém MILK 2006 jednoznačně upřednostňuje metodu *in vitro*, která dává přesnější výsledky. Stanovená hodnota NDFD odpovídá *in vivo* stravitelnosti NDF na záchovné úrovni výživy. Jak uvádí Shaver (2006), v systému MILK 2006 se provádí nastavení parametru NDFD na změnu v příjmu sušiny při produkční úrovni výživy (3x záchova) upraveným vztahem dle autorů Oba and Allen (1999). Výsledný obsah NEL3x získaný prostřednictvím takto nastaveného parametru NDFD tak lépe koreluje s experimentálně stanovenými daty.

Pro výpočet příjmu sušiny se používá postup publikovaný autory Schwab et al. (2003). Do výpočtu vstupují parametry standardní dojnice (BW = 1 350 lb (614 kg)) a standardní krmné dávky (obsah NDF = 30 %) s odpovídajícím příjmem NDF ve výši 1,2 % BW (Mertens, 1987), přičemž v případě objemného krmiva se uvažuje s příjmem NDF ve výši 0,86% BW (Schwab et al., 2003). Vypočítaný příjem sušiny píče je ovlivněn parametrem NDFD. Dle autorů Oba and Allen (2005), způsobuje změna hodnoty NDFD o jednotku změnu v příjmu sušiny o 0,118 kg (Shaver, 2006). Z koncentrace NEL3x vypočítané v předcházejícím bodě a znalosti příjmu sušiny se vypočítá NEL3x přijatá z píče.

Aby bylo možné z přijaté NEL3x vypočítat odpovídající mléčnou produkci, odečítá se alikvotní podíl energetické potřeby standardní dojnice na záchovu vypočítané dle NRC (2001) pro volné ustájení. Výsledný index se získá dělením takto vypočítané produkce mléka množstvím přijaté sušiny hodnocené píče.

Druhý index produkce mléka na jednotku plochy se jednoduše získá násobením výše uvedeného indexu produkce mléka na hmotnostní jednotku sušiny výnosem suché hmoty hodnocené píče.

### 2.3.5.2 Požadované analýzy

Vzhledem ke kompatibilitě se systémem NRC (2001), jsou v rámci MILK 2006 pro víceleté pícniny požadovány stejné analýzy (NDF, ADL, CP, EE, Popel, NDICP). Metody stanovení jsou popsány v metodice pro praxi: Hodnocení energie krmiv pro dojnice dle NRC (2001) autorů Třináctý, Richter, Křížová, (2009). Není požadováno stanovení ADL a ADICP. Vzhledem k tomu, že součástí výstupních parametrů softwaru MILK 2006 je i index RFV, je požadováno stanovení ADF. Stanovení parametru NDFD (*in vitro*) je v případě použití v rámci MILK 2006 upřesněno.

#### a/ Stanovení ADF (acid detergent fibre) – acido detergentní vláknina

Postup: Vysušený vzorek je pomlet na 1 mm sítu. Navážka vzorku 1 g, 100 ml roztoku kyselého detergentu. Var 60 minut pod zpětným chladičem, filtrace na skleněné fritě. Trojnásobné promytí vařící vodou a promytí acetonem s následným vysušením při 103 °C a zvážení zbytku.

#### b/ Stanovení stravitelnosti NDF metodou *in vitro* (NDFD)

Důvody zavedení stanovení NDFD. V souvislosti s hodnocením energie krmiv v rámci systému NRC (2001) se pro výpočet skutečně stravitelné NDF (tdNDF) používá vztah, ve kterém jako parametr vystupuje obsah ligninu (ADL):  $tdNDF = 0,75 \times (NDF - ADL) \times [1 - (ADL/NDF)^{0,667}]$ . V průběhu dalšího vývoje bylo prokázáno, že takto vypočítaná hodnota tdNDF vykazuje nižší korelaci s hodnotami stanovenými *in vivo* než při použití koeficientu stravitelnosti (NDFD) získaném na základě metody *in vitro*. Výpočet tdNDF na základě obsahu ADL také plně nepostihuje rozpětí ve variabilitě tohoto parametru stanoveného u krmiv experimentálně (Robinson et al., 2004). Zatímco v rámci NRC (2001) je vztah s parametrem ADL standardem (stravitelnost *in vitro* pouze jako alternativa), na základě výše uvedených skutečností je v systému MILK 2006 jednoznačně doporučováno stanovení stravitelnosti NDF metodou *in vitro*.

Princip stanovení. Stanovení NDFD vychází ze standardní *in vitro* metody dle Tilley and Terry (1963) používané na stanovení stravitelnosti sušiny nebo organické hmoty. Principem této metody je inkubace vzorku v bachorové tekutině zředěné pufrém následované inkubací v kyselém roztoku pepsinu. Autoři Van Soest and Wine (1966) a Goering and Van Soest (1970) v rámci řešení problematiky skutečné stravitelnosti sušiny tuto metodu modifikovali, a za účelem odstranění mikrobiální kontaminace krok s pepsinem nahradili

varem vzorku v roztoku neutrálního detergentu. Vztažením takto získaného výsledného rezidua k obsahu NDF v původním vzorku lze získat požadovanou hodnotu NDFD.

V současné době jsou rozšířeny dvě modifikace tohoto stanovení. Při tradičním postupu se inkubace provádí v tubách nebo jiných nádobách. Vzorky se potom převádí na frity přístroje Fibertec, kde probíhá vlastní stanovení nestrávené NDF. Ve druhém případě jsou vzorky uzavřeny v sáčcích a inkubace probíhá v rotujících nádobách umístěných v inkubátoru (zařízení Daisy II, firma Ankom). Druhý zmíněný postup v následujícím kroku (praní v neutrálním detergentu) vyžaduje použití zařízení na stanovení vlákniny sáčkovou metodou firmy Ankom. Tato metoda vyžaduje nákladnější zařízení, to je však vyváženo vyšší produktivitou práce.

Doba inkubace. Dalším tématem diskusí v oblasti stanovení NDFD je doba inkubace. V rámci systému NRC (2001) se standardně používá 48h. Tato doba inkubace je kritizována vzhledem ke skutečnému retenčnímu času tráveniny v bacheru u vysokoužitkových dojníc, který je nižší než 30h, a hodnota NDFD je tak nadhodnocena. Z tohoto důvodu některé laboratoře používají dobu inkubace 30h, a pro zvýšení efektivity stanovení zkracují čas až na 24h. Autoři MILK 2006 však v souvislosti s dobou inkubace kratší než 48h poukazují na značné snížení reprodukovatelnosti výsledků způsobené zvýšením vlivu tzv. lag fáze (doba nutná pro obsazení částic krmiva bacherovými organizmy před nastartováním vlastního procesu degradace; Hoffman et al., 2003). Vzhledem k tomu, že na základě dlouhodobého sledování nebyl v případě kratších časů zaznamenán žádný benefit, byla délka inkubace 48h v rámci MILK 2006 stanovena jako standardní a slouží též pro získání referenční hodnoty NDFD pro kalibrace metody NIRS.

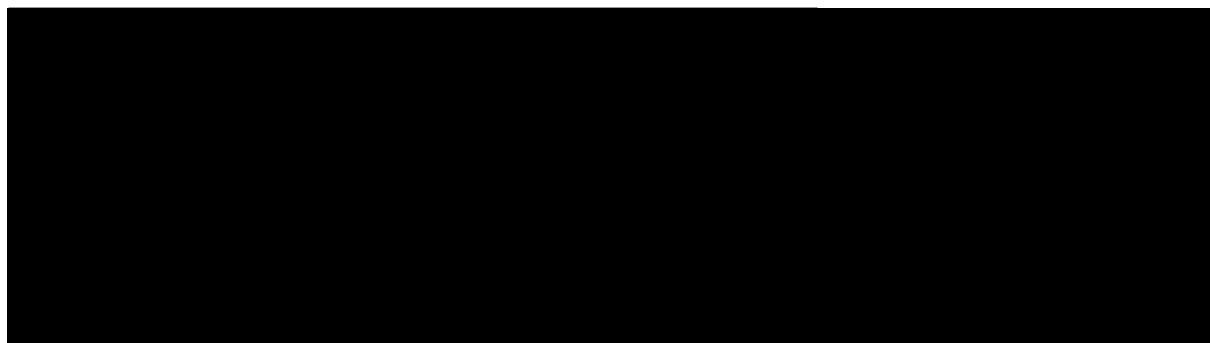
Postup stanovení. Podrobný postup stanovení je uveden v metodice pro praxi Hodnocení kukuřičné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006 autorů Třináctý a Richter (2010).

### **2.3.5.3 Používání softwaru MILK 2006, interpretace výsledků**

Jak již bylo zmíněno, systém MILK 2006 pro víceleté pícniny je distribuován ve formě souboru aplikace Excel (milk2006alfagrass.xls), který je volně dostupný na webových stránkách University Wisconsinu (<http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/milk2006alfagrass.xls>). Tento soubor obsahuje jeden list s názvem: Alfalfa-Grass. Tabulka na listě je barevně rozdělena na buňky pro zadávání požadovaných hodnot (žlutě) a hodnot vypočítaných (modře) (Obr. 7). V pravé části nahoře je buňka pro vstup parametru Lab Average NDFD. Jedná se o průměrnou hodnotu NDFD (%) získanou v dané laboratoři na větším počtu vzorků za delší časový úsek (tzv. laboratorní průměr), která slouží pro nastavení

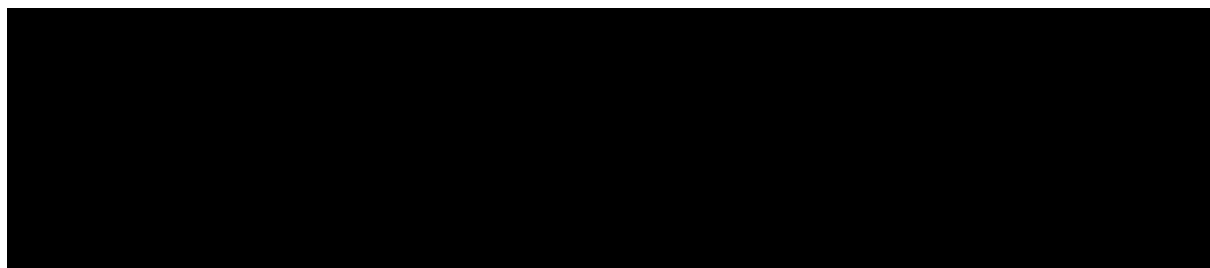
výsledných hodnot NDFD na rozdílnou aktivitu bachorové tekutiny. Doporučená hodnota inkubace je 48 h.

Obr. 7: Výřez z listu MILK 2006 Alfalfa - Grass (vstupní a výstupní údaje)



Jak je patrné na obr. 8 (v detailu), jako vstupní údaje se zadávají (v pořadí): identifikační údaje o vzorku, obsah CP, ADF, NDF, NDFD (doba inkubace 48h), NDFCP (v systému NRC 2001 je tento parametr označován jako NDICP), Popel, EE, podíl trav ve směsce, výnos sušiny.

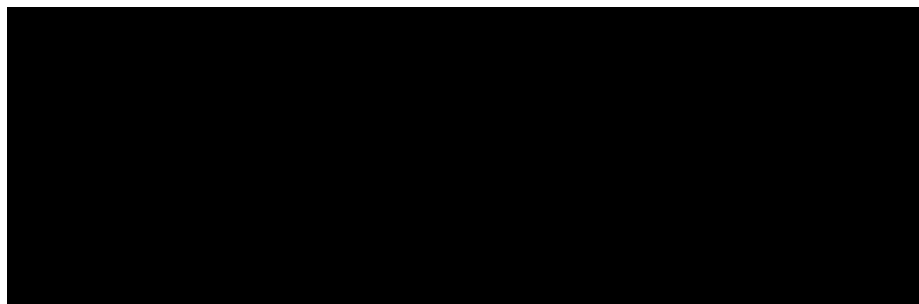
Obr. 8: Detail z listu MILK 2006 Alfalfa - Grass (vstupní údaje)



Po zadání výše uvedených parametrů se automaticky objeví výsledné hodnoty ve výstupní části tabulky (modré pole, obr. 9). Jedná se o parametry NFC, TDN-1x (% DM), RFQ, RFV a indexy, na kterých je princip systému MILK 2006 postaven: produkce mléka na jednotku sušiny (Milk per Ton lb/ton DM) a produkce mléka na jednotku plochy (Milk per Acre lb/acre).



Obr. 9: Detail z listu MILK2006 Alfalfa - Grass (výstupní údaje)



Systém MILK 2006 je nástrojem pro objektivní hodnocení hybridů jetelovin a trav s názorným výstupem v podobě potenciální mléčné produkce nahrazující tak vyjádření ve formě obsahu energie. MILK 2006 lze využít pro účely šlechtění víceletých píceň, stanovení aktuální nutriční hodnoty porostu nebo pro výběr hybridu nebo jetelotravní směsky nejvhodnější pro dané pěstební podmínky. Modelový příklad použití systému MILK 2006 pro porovnání hybridů vojtěšky je uveden na obr. 10 (naskenovaná „Table 1“). Tabulka s vyhodnocením polních pokusů zaměřených na výnos a kvalitu hybridů vojtěšky byla převzata z webových stránek Univerzity Minnesota (<http://www.extension.umn.edu/forages/>). V tabulce jsou indexy vyjadřující užitnou hodnotu hybridů vojtěšky (produkce mléka na hmotnostní jednotku sušiny a na plochu) vztaženy k referenčnímu hybridu Vernal. Stanovené ukazatele jednotlivých hybridů jsou porovnány metodou nejmenší prokazatelné difference (LSD) na hladině významnosti 0,05. Tato difference je vypočítána pro každý ukazatel (předposlední řádek tabulky označený LSD). Při porovnávání hybridů se zjišťuje rozdíl u vybraných ukazatelů, přičemž se považuje za významný, pokud je rovný nebo vyšší než odpovídající hodnota LSD.

Obr. 10: Výsledy polních pokusů v r. 2010 na Univerzitě Minnesota zaměřených na výnos a kvalitu hybridů vojtěšky vyhodnocených v systému MILK 2006

**Table 1. Alfalfa variety dry matter yield, milk production (expressed as percent of Vernal), RFQ index, CP and NDF (% dry matter), and NDFD (% NDF); 2010 season totals and weighted averages from a trial seeded in 2009 at Rosemount, MN.**

Variety, listed in descending order of milk production	DM yield <sup>1</sup> Ton/ acre	Milk, (% of Vernal) <sup>2</sup>		RFQ <sup>3</sup> , index	CP <sup>3</sup> , % dm	NDF <sup>3</sup> , % dm	NDFD <sup>4</sup> , % NDF
		Lb/ acre	Lb/ ton				
CW 044026 <sup>5</sup>	5.7	126	102	142	18.3	42.0	46.0
CIMARRON	5.5	119	100	135	18.0	43.3	45.0
WL 322HQ	5.1	114	104	148	19.0	41.8	47.8
54Q32 <sup>5</sup>	5.1	113	102	144	18.3	42.3	46.0
VELOCITY	5.2	113	100	142	18.3	42.5	45.3
VERNAL	4.6	100	100	139	17.8	43.3	46.5
Vernal, actual values	4.6	12222	2641	139	17.8	43.3	46.5
Mean	5.2	13934	2671	142	18.3	42.5	46.1
LSD ( 5%)	0.67	15	4	8	0.7	1.7/ns	3.0/ns
CV (%)	8.5	8.6	2.4	5.4	3.3	2.6	4.3

<sup>1</sup> A seasonal 4-harvest total taken 2010.

<sup>2</sup> Milk production (pounds milk per acre and ton) are predicted using the MILK2006 spreadsheet, version milk2006alfalfagrass, developed at the University of Wisconsin.

<sup>3</sup> RFQ=relative forage quality index; CP=% crude protein; and NDF=% neutral detergent fiber. Variables expressed as average concentration for the season.

<sup>4</sup> NDFD=neutral detergent fiber digestibility, expressed as % NDF concentration.

<sup>5</sup> Entered as experimental germplasm by alfalfa breeder.

### 3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Principy hodnocení kvality víceletých píceňin zahrnující stravitelnost vlákniny a predikce příjmu sušiny uvedené v této metodice jsou postupně aktualizovány a zařazovány do systémů na špičkových pracovištích zemědělského výzkumu ve světě. Postupy zde uvedené umožňují vyhodnotit kvalitu víceletých píceňin z praktického a ekonomického hlediska. Jsou zde uvedeny postupy analýz a hodnocení energie krmiv založených na NRC 2001, které jsou plně použitelné v podmínkách ČR a navazují na některé dřívější práce, např. Vencl et al. (1991), Zeman et al. (1995) a Sommer et al., (1994). Výsledné ukazatele a parametry systému

MILK 2006 dávají komplexní informaci o hodnocených hybridech a doplňují tak parametry používané v rámci metodik pro určování jejich užitné hodnoty dle ÚKZÚZ.

#### **4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Tato prezentovaná metodika hodnocení kvality víceletých píceňin po stránce energetické aktualizuje postupy používané v ČR osivářskými a poradenskými výživářskými firmami. Její použití se předpokládá v oblasti farmářské a šlechtitelské produkce. Umožňuje také rozšířit kvalitu výuky na školách biologického a zemědělského zaměření. Jedná se o střední školy, vysoké školy a výzkumná pracoviště.

#### **5. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ**

Efektivnější a kvalitnější hodnocení píceňin v procesu šlechtění a v procesu vlastní výroby se přímo projeví v efektivnějším použití vyprodukované píce pro výrobu mléka. Lze předpokládat, že aplikace postupů uvedených v této metodice zvýší užitkovost dojnic plošně v rámci ČR minimálně o 0,1%.

Podle údajů Českého statistického úřadu bylo vyprodukováno v ČR za rok 2010 celkem 2 508 milionů litrů mléka. Při uplatnění deklarovaných efektů činí zvýšení nádoje, zapříčiněného pouze zvýšením kvality krmiv, 2,5 milionů litrů mléka. Při tržní ceně 8 Kč/litr lze očekávat kladný ekonomický dopad ve výši 20 milionů Kč.

#### **6. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY:**

Dunham, J. R., 1998: Relative feed value measures forage quality. Forage Facts, 41. KState AES and CES.

Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970: Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook No. 379, Agric. Res. Serv., USDA, Washington, DC, USA, p. 20.

Hoffman, P. C., Lundberg, K. M., Bauman, L. M., Shaver, R. D., 2003: The effect of maturity on NDF digestibility. Focus on Forage, 5 (15), 1-3.

- Kubát, V., Lád, F., Čermák, B., 2010: Nutrient parameters of grass silages. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologie*, 43, 68-71.
- Kvapilík, J., Kohoutek, A., 2009: Chov přežvýkavců a trvalé travní porosty. *Metodika pro praxi*, ISBN 978-80-7403-039-0.
- Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P., 2010: Ročenka. Chov skotu v České republice. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2009. ISBN 978-80-904131-4-6.
- Linn, J. G., Martin, N. P., Howard, W. T., Rohweder, D. A., 1987: Relative feed value as a measure of forage quality. *MN Forage Update.*, 12 (4)
- Mertens, D.R., 1987: Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64, 1548–1558.
- Moore, J.E., Kukle, W. E., 1999: Evaluation of equations for estimating voluntary intake of forages and forage-based diets. *J. Animal Sci. (Suppl. 1)*, 204.
- Moore, J.E., Undersander, D. J., 2002: Relative Forage Quality : A proposal for replacement for Relative Feed Value. *Proceedings National Forage Testing Association.*
- NRC, 1978: Nutrient requirements of dairy cattle. Fifth revised edition, National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC, 1989: Nutrient requirements of dairy cattle. Sixth revised edition, National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC, 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. *Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC., pp. 381.
- Oba, M. , Allen, M. S., 1999: Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on dry matter intake and productivity of high yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82, 135–142.
- Robinson, P.H., Givens, D.I., Getachew, G., 2004: Evaluation of NRC, UC Davis and ADAS approaches to estimate the metabolizable energy values of feeds at maintenance energy intake from equations utilizing chemical assays and in vitro determinations. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 114, 75–90.
- Rohweder, D. A., Barnes, R. F., Jorgensen, N., 1978: Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating duality. *J. Anim. Sci.*, 47, 747-759.
- Schwab, E. C., Shaver, R. D., Lauer, J. G., Coors, J. G., 2003: Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. *J. Anim. Feed Sci. Technol.*, 109:1-18.
- Shaver, R. D., 2003: Practical Application of New Forage Quality Tests. In *Proc. 6th Western Dairy Management Conference*. March 12-14, 2003, Reno.
- Shaver, R. D., 2006: Corn silage evaluation: The MILK2006 update. In *Proc. 41st Pacific Northwest Anim. Nutr. Conf.*, Vancouver, Canada, 2006, 71.

- Shaver, R. D., Undersander, D. J., Schwab, E. C., Hoffman, P. C., Lauer, L. G., Combs, D. K., 2002: Evaluating forage quality for lactating dairy cows. In: proc. Inter-mountain nutr. Conf. Salt Lake City, 77-94.
- 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. Pohořelice, 198 s.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A., 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc., 18, 104.
- Třináctý, J., Richter, M., Křížová, L., 2009: Hodnocení energie krmiv pro dojnice dle NRC (2001). Metodika pro praxi., 42s. ISBN 978-80-87144-12-1
- Třináctý, J., Richter, R., 2010: Hodnocení kukuřičné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006. Metodika pro praxi., 36s.
- Undersander, D.J., Howard, W.T., Shaver, R.D., 1993: Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. J. Prod. Ag., 6, 231-235.
- Undersander, D., Moore, J. E., 2002: Relative forage quality. Focus on Forage Series. 4 (5).
- Undersander, D., 2003: The new Relative Forage Quality Index concept and use. World's Forage Superbowl Contest, UWEX.
- Undersander, D., Moore, J. E., 2004: Relative forage quality (RFQ) - indexing legumes and grasses for forage duality. In: Proceedings, National Alfalfa Symposium, 13-15 December.
- 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. J. Dairy Sci., 74, 3583-3597.
- Van Soest, P.J., Wine, R. H., 1966: Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Proc. X. Inter. Grassl. Congr., Helsinki, Finland, 438-441.
- Vencl, B., Frydrych, Z., Krása, A., Pospíšil, R., Pozdíšek, J., Sommer, A., Šimek, M., Zeman, L., 1991: Nové systémy hodnocení krmiv pro skot (The New Systems of Feed Evaluation for Cattle). Sborník AZV ČSFR č. 148, Praha, 1991, 134 s.
- Weiss, W.P., Conrad, H. R., Pierre, N.R.S., 1992: A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Anim. Feed Sci. Technol., 39, 95-110.
- Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossman, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doležal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Michele, P., Zemanová, D., Šiške, V., 1995: Katalog krmiv. ČAZ, Pohořelice, 465 s.

## 7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Badalíková, B., Hrubý, J., 2009: Využití netradičních meziplodin při protierozní ochraně půdy. Uplatněná certifikovaná metodika 6/09, 10 s. ISBN 987-8086908-11-3.

Badalíková, B., Hrubý, J., Bartlová, J., Hartman, I., 2009: Fytoremediační postupy s využitím netradičních plodin. Uplatněná certifikovaná metodika 7/09 14 s. ISBN 978-80-86908-13-7.

Hutyrová, H., Minjaríková, P., Pelikán, J., Knotová, D., 2010: Metodika hodnocení svazenky (*Phacelia Juss.*). Uplatněná certifikovaná metodika 11/10, 23 s., ISBN 978-80-86908-21-2.

Knotová, D., Pelikán, J., Minjaríková, P., Hutyrová, H., 2010: Metodika hodnocení rodu štírovník (*Lotus sp.*). Uplatněná certifikovaná metodika 10/10, 28 s., ISBN 978-80-86908-19-9.

Pelikán, J., Vymyslický, T., Hutyrová, H., Knotová, D., Minjaríková, P., Cholastová, T., Nedělník, J., 2009: Metodika tvorby „core collection“ u motýlokvětvých pícnin. Uplatněná certifikovaná metodika, 9/09, 36 s.

Richter, M., Třináctý, J., Doležal, P., 2007: Nová metoda stanovení živinové hodnoty kukuřičné siláže. Krmivářství, 11 (6), 42.

Richter, M., Třináctý, J., Křížová, L., Zobač, P., 2007: Real consumption of NEL and PDI measured on dairy cows in comparison to requirement values calculated according to INRA. Dairy cows nutrition and milk quality, Pohořelice, March, 105-108.

Sommer, A., Čerešňáková, Z., Frydrych, Z., Králík, O., Králíková, Z., Krása, A., Pajtaš, M., Petrikovič, P., Pozdíšek, J., Šimek, M., Třináctý, J., Vencl, B., Zeman, L., 1994: Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Pohořelice, 198 s.

Třináctý, J., Richter, M., Křížová, L., 2009: Hodnocení energie krmiv pro dojnice dle NRC (2001). Metodika pro praxi. 41 s., ISBN 978-80-87144-12-1.

Třináctý, J., Richter, M., 2010: Hodnocení kukuřičné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006. Metodika pro praxi., 36s.

Třináctý, J., Richter, M., Zeman, L., 2007: Nové metody hodnocení siláží. Náš chov, 67, 50-52.

Zeman, L., Šimeček, K., Krása, A., Šimek, M., Lossman, J., Třináctý, J., Rudolfová, Š., Veselý, P., Háp, I., Doležal, P., Kráčmar, S., Tvrzník, P., Michele, P., Zemanová, D., Šiške, V., 1995: Katalog krmiv. ČAZ, Pohořelice, 465 s.

## **8. DEDIKACE**

Metodika pro praxi byla vypracována v rámci řešení výzkumného projektu  
MZe ČR QH81280

## **9. JMÉNA OPONENTŮ**

doc. Ing. Pavel Veselý, CSc.  
Mendelova univerzita v Brně

Ing. Jan Vodička  
Ministerstvo zemědělství, odbor živočišných komodit, Praha