

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů

Katedra pícninářství a trávnickářství



Vliv stanoviště na stravitelnost NDF
u kukuřičné siláže

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Josef Hakl, Ph.D.

Autor práce: Veronika Svobodová

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv stanoviště na stravitelnost NDF kukuřičné siláže vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 12.4.2012

.....

Podpis autora práce

Poděkování

Děkuji vedoucímu své diplomové práce Ing. Josefu Haklovi, Ph.D. za výborné vedení, cenné rady a připomínky.

Ráda bych poděkovala Ing. Radko Loučkovi, CSc. z VÚŽV za poskytnutí podkladů k této práci.

Dále děkuji rodičům a svému partnerovi za podporu a pomoc při studiu.

Souhrn

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, neboť se zkrmuje celoročně a často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Kvalitu kukuřičných siláží lze poměrně výrazně ovlivnit agrotechnikou, dobou a způsobem sklizně, kvalitou zpracování řezanky, úrovní konzervace, způsobem skladování, velmi důležitý je i výběr hybridu a stanoviště, kde bude pěstován. Proto cílem této práce je posoudit, jak velký vliv může mít stanoviště, jako jedno z faktorů, na kvalitu kukuřice.

Byly odebrány vzorky kukuřice 16 ti hybridů s číslem FAO od 130 do 400 z 5 ti stanovišť v různých částech České republiky. Vzorky byly analyzovány systémem Milk 2006 z wisconsinské univerzity, s mírnými úpravami používaným v České republice.

Zjistili jsme, že stanoviště průkazně ovlivňuje obsah NDF, stravitelnost NDF a organické hmoty, škrob, podíl palic, NEL, produkci mléka na hektar a produkci z jedné tuny sušiny. V rámci námi hodnocených stanovišť nebyl průkazný rozdíl ve výnosu stravitelné NDF a výnosu stravitelné organické hmoty.

Pro plné využití potenciálu stanoviště je důležité rozmístění jednotlivých hybridů do jednotlivých oblastí a také na jednotlivé pozemky podle jejich požadavků na teplotu, vláhu a půdní podmínky. Tedy vybírat takové hybridy, které se svými nároky a raností na vybrané stanoviště hodí.

Klíčová slova: kukuřice, kvalita, NDF, stravitelnost, stanoviště

Summary

Corn silage is the most important energetic forage because of its year- round feeding. It often makes 50 % amount of dry matter in feed. Quality of corn silage can be significantly affected by agrotechnology, date and way of yield, by quality and processing of chopped straw, ensiling, storing, but mainly by the selection of the hybrid and by location for its breeding. Therefore the goal of this study is find out how much the location can affect the quality of corn.

16 hybrids samples with FAO 130 to 400 were taken at 5 locations in different places of the Czech Republic. The samples were analyzed by the Milk 2006 system from the University of Wisconsin. This system is used in Czech Republic with some modifications.

We found out that the location conclusively affecting content of NDF, digestibility of NDF and organic matter, content of starch, spadix, NEL, dairy production on hectare and dairy production from ton of dry matter. In our locations there were no affect in yield of digestible NDF and yield of digestible organic matter.

The allocation of the hybrids to the locations by their requirements in climate, moisture and soil is important for the complete utilization of the location capacity.

Key words: corn, quality, NDF, digestibility, location

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Hypotéza a cíl práce	2
3.	Přehled literatury	3
3.1.	Kukuřičná siláž.....	3
3.1.1.	Obsah sušiny a termín sklizně	3
3.1.2.	Délka a kvalita řezanky.....	5
3.1.3.	Rychlost naskladnění, udusání a zakrytí.....	5
3.1.4.	Aditiva	5
3.1.5.	Mikroorganismy.....	6
3.1.6.	Fermentace.....	7
3.2.	Hodnocení kvality	8
3.2.1.	Hodnocení ÚKZÚZ	8
3.2.2.	Strukturální sacharidy	9
3.2.3.	Hodnocení kukuřice na siláž.....	10
3.2.4.	Hodnocení kvality kukuřičných siláží	11
3.3.	Vlivy na kvalitu.....	13
3.3.1.	Vliv osvětlení.....	13
3.3.2.	Vliv teploty	14
3.3.3.	Vliv vláhý	14
3.3.4.	Vliv vzdušné vlhkosti	15
3.3.5.	Vliv půdy	15
3.3.6.	Zemědělské výrobní oblasti	15
3.3.7.	Vliv hybridu a rajonizace.....	16
3.3.8.	Interakce faktorů	17
4.	Materiál a metodika	19
4.1.	Stanoviště	19
4.2.	Hybridy	20
4.3.	Analýza vzorků	21
5.	Výsledky.....	22
5.1.	Posouzení vlivu stanoviště	22
5.2.	Posouzení vlivu hybridu.....	23
6.	Diskuze	26
6.1.	Neutro- detergentní vláknina (NDF).....	26
6.2.	Stravitelnost NDF a organické hmoty (OH)	26
6.3.	Škrob, podíl palic	27
6.4.	Výnos stravitelné NDF a stravitelné organické hmoty	28
6.5.	NEL k, NEL t	28
6.6.	Produkce mléka na ha a z 1 tuny sušiny	29
6.7.	Celkové hodnocení.....	29
7.	Závěr.....	31
8.	Seznam použité literatury	32

1. Úvod

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, neboť se zkrmuje celoročně a často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Aby se však vyhovělo živinovým nárokům na vysokou užitkovost dojnic, je třeba vyrábět vysoce kvalitní siláže. Na pěstitele kukuřice jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu kukuřice, zároveň je však třeba dosahovat vysokých výnosů. S rostoucími výnosy kukuřice však klesá její kvalita, proto je třeba najít ideální poměr mezi výnosem a kvalitou.

Kvalitu kukuřičných siláží lze poměrně výrazně ovlivnit agrotechnikou, dobou a způsobem sklizně, kvalitou zpracování řezanky, úrovní konzervace a způsobem skladování. Základem kvalitní siláže je však výběr hybridu a stanoviště, kde bude pěstován. Kukuřice má z roku na rok poměrně vysokou variabilitu v živinovém složení i výnosech. Ovlivňuje ji počasí, charakter stanoviště, svou roli v ní hraje i agrotechnika, napadení škůdci a podobně.

O výběru hybridu a jeho kvalitě je informací mnoho, avšak důležitost výběru vhodného stanoviště bývá opomíjena, přestože ve výběru hybridu hraje významnou roli. Cílem této práce je posoudit, jak velký vliv může mít stanoviště, jako jedno z faktorů, na kvalitu kukuřice.

2. Hypotéza a cíl práce

Cílem práce je zjistit, jak velké mohou být rozdíly v obsahu neutrálně detergentní vlákniny (NDF), škrobu, stravitelnostech (organické hmoty a NDF) celých rostlin a NEL u hybridů pěstovaných v různých částech naší republiky.

3. Přehled literatury

3.1. Kukuřičná siláž

Kukuřice je plodinou s mnohostranným využitím- používá se jako krmivo pro zvířata, ale uplatňuje se i v lidské výživě. Kukuřice je velmi významnou plodinou především proto, že je vysoce produktivní, má vysokou koncentraci živin a je lehce silážovatelná.

Kukuřice má z roku na rok poměrně vysokou variabilitu v živinovém složení i výnosech, ačkoli v porovnání s ostatními krmnými plodinami pěstovanými v ČR má většinou výnosy krmných hodnot nejvyšší. Ovlivňuje ji počasí, charakter stanoviště, svou roli v ní hraje i agrotechnika, napadení škůdci a podobně.

Kukuřičná siláž je nejvýznamnější energetické objemné krmivo, neboť se zkrmuje celoročně a často tvoří až 50% podíl sušiny krmné dávky. Je hlavním zdrojem škrobu, který se oproti jiným obilovinám vyznačuje nižší úrovní bacherové degradovatelnosti, a tím i jeho větší podíl přechází do střevního trávicího traktu.

Kvalitu kukuřičných siláží lze poměrně výrazně ovlivnit výběrem hybridu a stanoviště, kde bude pěstován, agrotechnikou, dobou a způsobem sklizně, kvalitou zpracování řezanky, úrovní konzervace a způsobem skladování.

3.1.1. Obsah sušiny a termín sklizně

Termín sklizně má u kukuřice na siláž zvláště velký vliv nejen na celkový výnos sušiny a živin, zejména energie, ale také na kvalitu, zejména stravitelnost organické hmoty zbytku rostliny a na koncentraci škrobu v sušině celé rostliny.

Pro optimální dobu sklizně silážní kukuřice se doporučuje, aby byl zabezpečen:

- Maximální podíl fyziologicky vyzrálých a zdravých zrn bez napadení fusariemi
- Požadavek jisté prodlevy k dosažení optimálního obsahu sušiny
- Dostatečné množství a vysoká kvalita uloženého škrobu a vysoká stravitelnost zbytku rostliny
- Vysoký – 50% podíl (minimálně 45%) a fyziologický stupeň zralosti palic v sušině celé rostliny
- Přijatelné množství a kvalita vlákniny v závislosti na použité technologii sklizně (Nedělník a kol., 2011).

Nejvhodnější termín sklizně silážní kukuřice z krmivářského hlediska je na konci těstovité zralosti zrna, kdy končí syntéza škrobu v zrnech a je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině. (Doležal a Zeman, 2008). Sušina celé rostliny v tu dobu dosahuje zhruba úrovně 28 až 35 %, sušina zrna 45 - 55 %, zbytek rostliny bývá ještě z větší části zelený (Loučka a kol., 2009). Proto je vhodné na přelomených palicích sledovat tzv. mléčnou čáru, která velmi přesně koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu, a tím i se stupněm zralosti celé rostliny. Pokud mléčná čára dosáhne 2/3 zrna, je vhodné začít se sklízit kukuřice na siláž (Doležal a Zeman, 2008). Nedochází k odtoku silážních šťáv, zrno se dá vhodným technologickým postupem dobře narušit a naskladňovaná hmota se dobře dusá (Loučka a kol., 2009).

Tab. 1 – Tendence vztahu mezi obsahem sušiny a vlákniny kukuřice (Nedělník a kol., 2011)

Znak/fáze	Mléčná	Voskově- mléčná	Mléčně- vosková	Vosková
Sušina (%)	20	25	30	35
Vláknina (g/kg sušiny)	254	256	222	210

Pozdní termín sklizně silážní kukuřice přináší technologické nevýhody a dále i krmivářské škody:

- Nebezpečí plesnivění a tvorby toxinů
- Žádné zvýšení obsahu energie, zvýšení koncentrace vlákniny v krmivu
- Přeměna sacharidů ve škrob
- Nebezpečí snížené hygienické kvality silážované biomasy a zhoršení fermentačního procesu (Nedělník a kol., 2011).

Tab. 2 - Stravitelnost organických živin (in vivo) a energetická hodnota kukuřičné siláže sklizené ve dvou fenofázích růstu a při různé délce řezanky (Jambor, 2012)

	sušina 30 %			sušina 40 %			
	délka řezanky	4,1 mm	8 mm	14 mm	4,1 mm	8 mm	14 mm
Sušina %		60,9 a	66,7 ab	69,7 b	72,7	66,8	65,3
Vláknina %		54,0 a	61,3 ab	64,1 b	65,6	60,3	56,0
ADF %		46,5 a	53,5 ab	58,8 b	60,6	52,4	46,6
NDF %		44,07	58,5	64,2	59,3	60,2	46,8

3.1.2. Délka a kvalita řezanky

Důležitým technologickým opatřením k urychlení rozvoje mléčných bakterií v silážované biomase je dokonalé pořezení hmoty, ale také její podélné mechanické narušení, které musí být adekvátní danému druhu píce nejen z pohledu struktury, ale i silážovatelnosti. Je nutné také zohlednit vliv na dietetické vlastnosti krmiva, protože příliš krátká řezanka snižuje obsah strukturální vlákniny (Jambor, 1998).

Čím kratší bude řezanka, tím více se uvolní buněčné tekutiny obsahující cukr a tím se urychlí fermentace silážované hmoty. Délka řezanky kukuřice se musí přizpůsobit obsahu sušiny a stupni zralosti zrn. Při sušině pod 30% se doporučuje řezanka dlouhá 15 – 20 mm; při sušině nad 30 – 34 % 6 – 8 mm (Nedělník a kol., 2011).

3.1.3. Rychlost naskladnění, udusání a zakrytí

Výše ztrát při kvašení píce závisí na rychlosti naskladňování a včasném vytvoření podmínek pro rychlý rozvoj mléčných bakterií. Při pomalém plnění silážního prostoru je píce vystavena přístupu kyslíku, který využívají nežádoucí mikroorganismy. Vysoký stupeň udusání je nezbytný pro zabránění výměny plynů a tím i druhotnému nežádoucímu kvašení (Nedělník a kol., 2011).

Pro silážování celých rostlin kukuřice se hodí všechny silážní prostory, které jsou zabezpečeny před vnikáním spodní i dešťové vody. Prosakování vzduchu a vlhkosti přes panely lze zabránit pokrytím boků silážní stavby slabou, průhlednou plachtou z plastické hmoty, nejlépe staženou až na dno žlabu. Ihned po naskladnění do sila se musí hmota neprodyšně zakrýt- nejprve slabou průhlednou fólií a pak silnější neprůhlednou plachtou s UV filtrem. Přes ni se doporučuje rozprostřít ještě speciální síť chránící siláž před ptáky a hlodavci. Plachtu je třeba zatížit tak, aby pod ni nepronikal vzduch, nejlépe po celé ploše (Loučka a Jambor, 1998).

Pokud nelze zajistit sklizeň v optimální vegetační fázi a pokud nelze rychle a dokonale vytvořit vhodné prostředí (především z hlediska obsahu sušiny a vytěsnění vzduchu) pro rozvoj homofermentativních mléčných bakterií, je třeba použít konzervační přípravky (Loučka a kol., 1999).

3.1.4. Aditiva

Při použití silážních aditiv lze dosáhnout zlepšení kvality konzervovaných pícnin, protože pozitivně ovlivní průběh kvasných procesů. Jejich výhody jsou:

- Zlepšení průběhu kvasných procesů
- Zlepšení předpokládaného příjmu krmiv
- Zlepšení stravitelnosti živin v konzervovaných krmivech
- Zlepšení aerobní stability siláží
- Přizpůsobení termínu optimální sklizně
- Lepší využití plánování pro zachování živin a jejich využití zvířaty (Čermák a kol., 2005).

3.1.5. Mikroorganismy

Hlavním faktorem, který určuje kvalitu fermentačního procesu je složení epifytní populace mikroorganismů na pícninách sklizených za účelem silážování. Počty bakterií na sklizené píci jsou vysoce variabilní a zjištěné hodnoty se pohybují v rozmezí od 10 do 10⁶ CFU/g čerstvé píce. Největší rozdíly v počtech lactobacilů byly zjištěny v závislosti na druhu rostliny, místě vzorkování na poli, teplotách, intenzitě ultrafialového záření, srážkách, na druhu použitého aditiva a podmínkách jeho aplikace. Informace z literárních údajů jsou velmi rozdílné, záleží totiž na mnoha faktorech, které počáteční stav a množení laktobacilů ovlivňují..

Kromě počtu mléčných bakterií v silážované, píci je stejně důležité zastoupení jednotlivých rodů (kmenů) mléčných bakterií. Kritéria selekce musí být zaměřena na jejich schopnosti rychlého snížení pH siláže a jejich dominantního postavení v průběhu fermentace (jako nejhůře uchovatelný byl označen kmen *Lactobacillus plantarum*, zároveň však je jedním z nejdůležitějších k inokulaci). Mezi nejpoužívanější rody patří *Pediococcus* a *Streptococcus* (jsou to grampozitivní koky). Protože kmen *Lactobacillus plantarum* (grampozitivní nesporulující tyčinky) produkuje kyselinu mléčnou, když pH siláže má hodnotu nižší než 5, doporučuje se doplnit jeho účinek pomocí kmene *Streptococcus faecium*, který napomáhá iniciovat fermentaci ihned po silážování v relativně anaerobních podmínkách. *Lactobacillus plantarum* zabezpečí další rychlé snížení pH. Tento princip byl uplatněn při využití polyvalentních preparátů v kombinaci rodů *Pttliococcus* a *Streptococcus* s homofermentativními kmeny rodu *Lactobacillus*. *Pediococcus* se také vyznačuje aktivitou v širokém rozmezí pH a je často dominantní na počátku fermentace (Loučka a Jambor, 1998).

3.1.6. Fermentace

3.1.6.1. Aerobní fáze

Aerobní fáze fermentace začíná sklizní a pokračuje krátce po silážování, dokud není kyslík spotřebován. V této fázi jsou rostlinné sacharidy z nasekané rostliny rozloženy na oxid uhličitý, vodu a teplo v procesu respirace. Aerobní mikroorganismy také využívají rostlinné sacharidy v této úvodní fázi a jsou výrazným zdrojem respirace (Roth a kol., 1995).

Během aerobních podmínek jsou uhlovodíky metabolizovány podle souhrnného vzorce:



Respirace poškozuje kvalitu siláže, protože využívá vysoce stravitelnou energii, snižuje množství hmoty dostupné pro prospěšné bakterie mléčného kvašení a vytváří teplo. Teploty kolem 100°F mohou poškodit proteiny, které jsou poté pro zvířata nedostupné. V normálních silážních podmínkách je maximální teplota siláže 15°-20°F. Pokud teplota siláže překoná tuto hranici, nastane rozsáhlá respirace.

Další důležitá chemická změna během aerobní fáze je degradace rostlinných proteinů na neproteinový dusík, peptidy, aminokyseliny a amoniak protézami rostlinných buněk. Míra proteolýzy závisí na míře poklesu pH, teplotě a vlhkosti silážovaného zrna. U kukuřičné siláže neproteinový dusík vzroste z 20% (před silážováním) na 50% (24 hodin po silážování) z celkového dusíku. Proteolýza není žádoucí, především pro vysoko produkční dojnice, protože nadbytek rozpustného neproteinového dusíku se odrazí v horší efektivitě utilizace dusíku a nižší mléčné produkci. Podobně vysoký obsah amoniakálního dusíku se pojí s nižším příjmem sušiny.

Aerobní fáze snižuje kvalitu siláže, proto by měla být minimalizována. Při dobré organizaci může tato fáze trvat pouze několik hodin. Při špatných podmínkách i několik týdnů (Roth a kol., 1995).

3.1.6.2. Anaerobní fáze

Pokud byl veškerý kyslík spotřebován, začíná anaerobní fáze. V této fázi fermentují sacharidy řada odlišných skupin anaerobních bakterií. Sacharidy jsou primárně přeměněny na kyselinu mléčnou, ale také na kyselinu octovou, etanol, oxid uhličitý a ostatní minoritní produkty. Produkce kyseliny snižuje pH, které inhibuje růst ostatních mikroorganismů.

Nejdůležitější bakterie silážování jsou bakterie mléčného kvašení (LAB). Ty jsou rozděleny do dvou skupin. Homofermentativní LAB produkují pouze kyselinu mléčnou, zatímco heterofermentativní LAB produkují kyselinu octovou a oxid uhličitý, stejně jako kyselinu mléčnou. Homofermentativní jsou více žádoucí, protože jejich fermentace je efektivnější, kvůli menšímu úbytku sušiny a energie.

Zpočátku jsou heterofermentativní převládající, než sníží pH siláže pod 5. Poté se stanou převládající homofermentativní LAB. Tyto bakterie jsou extrémně tolerantní ke kyselému prostředí a rychle rostou. Poté, co začnou produkovat pouze kyselinu mléčnou, pH klesne ještě rychleji. Tyto bakterie zůstanou aktivní, dokud se pH nezastaví na 4 nebo níže, nebo pokud je vyčerpána zásoba sacharidů (Roth a kol., 1995). Je třeba vytvořit optimální podmínky k růstu mléčných bakterií, v opačném případě se jejich účinek snižuje úměrně v závislosti na míře vytvoření podmínek (Loučka a Jambor, 1998).

Pokud je počet LAB velmi nízký, rozšíří se bakterie kyseliny octové, které jsou méně žádoucí než LAB, jelikož produkují převážně kyselinu octovou, která zpomaluje pokles pH, zvyšuje ztráty sušiny a může snížit příjem sušiny zvířaty (Roth a kol., 1995). Vzhledem k tomu, že podíl mléčných bakterií z celkového počtu mikroorganismů obsažených na rostlinách (epifytní mikroflóra) je zpravidla velmi nízký, byly vyvinuty čisté kmeny mléčných bakterií (Loučka a Jambor, 1998).

U kukuřičné siláže trvá aktivní anaerobní fermentace převážně méně než týden. Hodnota fermentace závisí na kvalitě a typu LAB působící na siláž a vlhkost siláže. Vlhčí siláže fermentují rychleji než sušší siláže (Roth a kol., 1995).

3.2. Hodnocení kvality

3.2.1. Hodnocení ÚKZÚZ

ÚKZÚZ standardně stanovuje u kukuřice škrob (podle Ewerse), cukr (redukující podle Luff-Schoorla), ADF a NDF (podle van Soesta), bílkoviny (N-látky), popel a výpočtem ME a NEL, současně tyto hodnoty stanovuje i spektrofotometricky s využitím přístroje NIRs.

Stravitelnost vlákniny je v ÚKZÚZ hodnocena systémem DINAG (hodnoty získané výpočtem, i když silně korelující se stravitelností získanou z pokusů na zvířatech), a ELLOS dělané na NIRs. Vychází z toho, že stravitelnost OH lépe koreluje se stravitelností NDF než obsah škrobu.

V USA je zaveden systém NRC (2001). Normování potřeb živin je založeno na TDN (Total Digestible Nutrients = celkové stravitelné živiny). Na rozdíl od evropských systémů se v USA nyní více orientují na hodnocení hybridů podle stravitelnosti NDF (neutrálně detergentní vlákniny) stanovené in vitro v bacherové tekutině nebo nově i enzymaticky. Na základě takto stanovené stravitelnosti NDF se hodnoty kalibrují na přístroji NIRs. Tím, že lze NIRs kalibrovat i z pohledu stravitelnosti NDF se dosahuje velkých pokroků ve šlechtění právě u silážních hybridů. Používání NIRs je nenahraditelné, bez něho by šlechtění na stravitelnost nebylo možné. Pokusy se zvířaty in vivo nebo s využitím bacherové tekutiny jsou totiž časově i finančně velmi náročné.

Samozřejmě, ani tímto způsobem hodnocení se nemohou eliminovat všechny chyby, ale stálým zdokonalováním systému se přehled o vlastnostech jednotlivých hybridů zlepšuje (Loučka a Jambor, 2011).

3.2.2. Strukturální sacharidy

3.2.2.1. Hrubá vláknina

Při zvyšující se intenzitě vzrůstají nároky na stravitelnost živin, která je v přímé negativní závislosti s obsahem vlákniny v krmné dávce. Tímto je podíl hrubé vlákniny úzce determinovaný a pohybuje se v relativním vyjádření u dojnic v rozpětí zhruba od 27 % ze sušiny krmné dávky u zachovné dávky do 15 % při denní produkci 35 kg mléka FCM (Pozdíšek a kol., 2008).

3.2.2.2. NDF

NDF vyjadřuje obsah acidodetergentní vlákniny a hemicelulózy a je nejpřesnějším ukazatelem celkového obsahu vlákniny, resp. stavebních složek buněčných stěn rostlin. Je ve velmi úzkém korelačním vztahu k příjmu sušiny z krmiv, ruminaci a k celkové aktivitě přežvykávání. Při nedostatku, popřípadě jemném nasekání krmiva, se snižuje aktivita přežvykávání, tvorba slin, ruminace (Pozdíšek a kol., 2008), krávy mohou vykazovat metabolické poruchy, jako snížená stravitelnost sušiny, snížení procentního podílu mléčného tuku, laminitida, acidóza a další (Cherney, 2004). Podíl NDF by neměl klesnout pod 30 % a překročit 45 % v sušině. Při nadměrném zvyšování obsahu NDF klesá příjem krmiv a živin v krmných dávkách (Pozdíšek a kol., 2008).

3.2.2.3. ADF

Vyjadřuje obsah celulózy, ligninu a lignifikovaných dusíkatých složek rostlin. Je

relativně rychlou, často používanou metodou stanovení vlákniny. Nereprezentuje však celkový obsah buněčných stěn v krmivech, protože není analyticky stanovena frakce hemicelulózy. Úzký korelační vztah obsahu ADF k stravitelnosti organické hmoty, živin a energetické hodnotě krmiv se využívá v predikčních rovnicích odhadu výživné hodnoty krmiv. Podle NRC (2001) by podíl ADF u vysokoprodukčních dojnic měl být v rozmezí 17-22 % v sušině KD. Se zvyšováním obsahu ADF klesá stravitelnost energie a živin v KD. (Pozdíšek a kol., 2008)

3.2.3. Hodnocení kukuřice na siláž

Rostlina kukuřice je charakteristická tím, že je složena ze dvou částí, odlišujících se zejména koncentrací energie, obsahem organických živin i jejich stravitelností. Sušina palice tvoří zhruba 55% z celé rostliny. Její hlavní částí je zrno, které obsahuje asi 60 % škrobu s vysokou stravitelností, asi 96 %. Podíl zrna hraje významnou roli z hlediska obsahu energie v kukuřičné siláži, proto je nutné sledovat obsah škrobu, který se v celé rostlině pohybuje v rozmezí 15 až 35 %. Rozdíly ve stravitelnosti škrobu jsou velmi malé a jsou závislé na fenofázi při sklizni a mechanickém narušení.

Zbytek rostliny bez klasu, zelená část, obsahuje 50-70 % NDF (hodnocení podle Van Soesta), asi 40 - 50 % NDF obsahuje celá rostlina (Loučka a Jambor, 2011).

Největší význam pro silážovatelnost kukuřice má vysoký obsah vodorozpustných cukrů u stonku a listenů, naopak obsah v listech, zrnu a vřetenu je velmi nízký. Nejvyšší stravitelnost organické hmoty a nejnižší obsah NDF a ADF je v zrnu a v listenech, tudíž největší nutriční hodnota je v palici. Největší význam z hlediska silážovatelnosti má podíl stonku. Mezi obsahem ADF a stravitelností organické hmoty a také mezi NDF a stravitelností organické hmoty existuje negativní závislost. U obsahu vodorozpustných cukrů vůči ostatním živinám je závislost nízká (Loučka a Jambor, 1998).

Jambor (2012) uvádí, že kukuřičná siláž obsahuje 8 % N-látek, 3 % tuku, v průměru cca. 30 % škrobu (20 – 35 % podle podílu palic kukuřice), ale obsah vlákniny ve formě NDF tvoří 40 - 50 %. Z toho vyplývá, že vláknina tvoří největší podíl.

Tzv. hrubá vláknina (podle weendeského způsobu hodnocení) se v kukuřici pohybuje kolem 18-24 %, jelikož nezahrnuje hemicelulózu.

Pro hodnocení kvality kukuřice je tedy důležité, aby byla analyzována NDF, ne hrubá vláknina. Pro hodnocení kvality kukuřice a siláže z ní je asi nejdůležitější stanovení její stravitelnosti NDF. Obsah a stravitelnost organické hmoty neříká mnoho o podílu zrna a zbytku rostliny.

U kukuřice je pro určení významu hlavních faktorů úspěchu při výrobě siláží (tedy volby hybridu, doby a způsobu jeho sklizně) rozhodující právě to, že existuje obrovská variabilita jak v obsahu NDF (30- 54 %) a jeho kvalitě vyjádřené stravitelností NDF (45 - 64%), tak v obsahu škrobu (13 - 43 %) a stravitelnosti škrobu (80 - 98,%). Průměrné rozdíly mezi nejlepšími a nejhorsími hybridy byly v pokusech:

- výnos 6,9 t sušiny na hektar,
- zisk mléka na tunu 238 kg,
- zisk mléka na hektar 12 900 kg.

Je známo, že jen volbou vhodného silážního hybridu lze zvýšit užitkovost o dva litry na dojnici a den na základě zjištění Oba a Alena (1999), že zvýšení stravitelnosti NDF u kukuřičné siláže o jedno procento znamenalo zvýšení příjmu sušiny kukuřičné siláže u dojnic o zhruba půl kilogramu, přesněji o 0,168 g sušiny, což je adekvátní ke zvýšení produkce mléka o 0,249 kg 4% FCM (Loučka a Jambor, 2011).

Tab. 3 - Koeficienty stravitelnosti organických živin z různých zdrojů literatury (Jambor, 2012)

	Zeman a kol. 95	VÚŽV Nitra	KWS 07-08	Cemax 07 (hybrid)	Cester 07 (hybrid)
Vláknina	69,0	66,0	45,0	54,25	49,64

3.2.4. Hodnocení kvality kukuřičných siláží

První systém hodnocení siláží používaný na území ČR vypracoval M. Škorpik v roce 1942. Měl název Směrnice pro analýzu a posuzování siláží. Hlavním hodnotícím znakem v něm byl relativní poměr gramekvivalentů kyseliny mléčné, octové a máselné, doplněný korekcí podle hodnoty pH.

Od 1. května 1978 vstoupila pod tímž označením (ČSN 40 7012) v platnost nová norma s názvem Zkoušení a hodnocení siláží a senáží. Systém hodnocení v této normě byl netradiční. Stanovení výsledné třídy jakosti bylo dáno součtem záporných bodů za průběh fermentace, smyslové ohodnocení a relativní změny výživné hodnoty. Průběh fermentačního procesu se hodnotil podle obsahu sušiny, kyseliny mléčné, octové, máselné a hodnoty pH - zvláště pro siláže kukuřičné, řízkové, siláže z těžce a velmi těžce silážovatelných píce a senáže.

Od 1.1. 1995 vstoupila v platnost nová norma (ČSN 467092, část 43), kterou vydal

ÚKZÚZ Praha. Ani tento nyní oficiální systém hodnocení se však nezdá být nejlepší. Nejenže se u něj opět používají u některých ukazatelů záporné body, ale i u kukuřice se hodnotí stupeň proteolýzy (hodnocení proteolýzy je významné u siláží bílkovinných a polobílkovinných píceň, nikoliv však u siláží kukuřičných).

Perspektivním hodnocením kukuřičných siláží se zdá být systém vypracovaný ve VÚVZ Pohořelice. Měl by se v něm zvýraznit postih příliš kyselých sacharidických siláží, protože o jejichž nepříznivém fyziologickém působení na zvířata není pochyb (Loučka a Jambor, 1998).

Tab. 4 - Průměry siláží kukuřic za roky 1997-2008 (Mikyska, 2009)

Rok	Sušina	Vláknina (%)	ADF (%)	NDF (%)	Škrob (%)
2008	34,40	19,22	25,94	50,17	32,50
2007	33,72	19,32	22,39	44,96	30,65
2006	32,36	20,20	23,89	45,81	31,76
2005	31,91	20,12	22,92	43,89	32,20
2004	31,20	21,58	23,99	47,95	30,20
2003	36,70	20,90	21,40	40,41	32,45
2002	36,50	16,45			
2001	34,00	19,98			
2000	36,70	18,71			
1999	32,50	19,57			
1998	31,40	20,27			

Mikyska (2009) uvádí, že v roce 2008 kukuřičné siláže vykázaly standardní hodnoty živin, ale také se na nich projevil nepříznivý vliv přísušku v některých oblastech na začátku její vegetace. Nedostatek srážek zapříčinil především snížený výnos silážní hmoty, ale naopak nedostatek vláhy neměl velký vliv na vývoj palic v pozdějším období. Proto v oblastech, kde chyběla vlaha, tak byly v rozborech siláží naměřeny hodnoty škrobu až ke 40 %. Největší podíl škrobu je při sušinách 29-32% a jeho obsah přesahuje 35%. To nasvědčuje tomu, že kvalita kukuřičných siláží vyrobených v roce 2008 je vysoká.

Tab. 5 - Četnost rozborů sušiny v závislosti na vláknině a škrobu u siláží kukuřice
(Mikyska, 2009)

Sušina (%)	Do 25	25-28	28-29	29-30	30-31	31-32	32-33	33-34
Četnost rozborů	2	7	14	14	20	23	30	21
Vláknina (%)	20,36	21,12	20,53	19,87	20,63	20,15	19,27	18,63
Škrob (%)	29,91	35,83	31,36	38,74	35,82	34,68	33,63	32,22
Sušina (%)	23,61	26,99	28,58	29,74	30,52	31,53	32,61	33,52

3.3. Vlivy na kvalitu

Kukuřice roste napříč širokým spektrem klimatických podmínek, ale nejproduktivnější je ve středním zeměpisné šířce mezi 30 a 47°. Některé kukuřice jsou v severní Evropě pěstovány hodně severně, ale většina z nich je pěstována na krmivo (převážně na siláž) a ne na zrno (Farnham a kol., 2003).

Kukuřice je rostlinou, která v krátké době vegetace vytvoří velké množství hmoty s vysokým obsahem energie. Pro úspěšný vývoj a růst potřebuje kukuřice harmonické působení jednotlivých vegetačních faktorů. Mezi vegetační faktory řadíme světlo, teplo, vodu a vzduch (Vrzal, 1998).

Změny v průběhu vegetace se projevují změnou nutriční hodnoty celé rostliny, ale také změnou schopnosti danou rostlinu silážovat (Steen a Chestnutt, 1983).

3.3.1. Vliv osvětlení

Kukuřice má nároky na určitou intenzitu osvětlení, ale také na délku osvětlení v dané vývojové fázi (světelné stadium). Kratší světelný den urychluje kvetení, ale zmenšuje počet listů a výšku rostlin. Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu (hustší porost znamená větší rostliny) (Vrzal, 1998). Pozdní výsev se odráží na špatném nasazení palic (Skládanka, 2006). Kukuřice je schopna světlo využívat velmi dobře. Na 1 ha půdy vytváří kukuřice 20 000-60 000 m² asimilační plochy.

Pro využití dopadajícího světla je důležité rozmístění rostlin v porostu (organizace porostu). Menší hustota porostu a pravidelné rozmístění rostlin má za následek lepší využití dopadajícího slunečního záření. Hustotou porostu může pěstitel ovlivnit využití slunečního záření a tím výnos sušiny a živin (Vrzal, 1998).

Cusicanqui a Lauer (1999) zjistili, že s rostoucí hustotou rostlin se výnos sušiny zvýšil o 1,7-4,1 t na ha v závislosti na lokalitě. Maximální výnosy sušiny byly pozorovány při hustotě 97 300 – 102 200 sklizených rostlin na ha. Skutečná stravitelnost in vitro se snížila o 16-23 g/kg, jak se zvýšila hustota rostlin. Dusíkaté látky se snížily o 6-8 g /kg. NDF se zvýšila o 20-35 g/kg a ADF se zvýšila o 19-29 g/kg se zvyšující se hustotou rostlin. Musí se tedy hledat vhodný kompromis mezi výnosem a kvalitou kukuřice na krmiva.

3.3.2. Vliv teploty

Důležitá pro kukuřici je teplota. Kukuřice je rostlina teplomilná. Průměrná teplota by měla být kolem 13 °C (Vrzal, 1998). Za nejvhodnější oblast pěstování kukuřice na zrno je možné označit lokality s průměrnou roční teplotou 9 až 10 °C a 16,5 - 17 °C za vegetační období duben – září (Tichý a Balík, 2008). Suma teplot v průběhu celého životního cyklu by měla být od 1700 do 3120 °C tepelné sumy. Tepelnou sumou rozumíme součet průměrných denních teplot za vegetační období, tj. za duben až září. U velmi raných hybridů kukuřice se snižuje tepelná suma a tím se rozšiřuje uplatnění kukuřice i v chladnějších oblastech (Vrzal, 1998). S teplotou 6°C není růst kukuřice možný. Také teploty přes 30°C nejsou efektivně využívány k asimilaci (Prokop, 2008).

Studie teplot a růstové fáze v Nizozemí ukázaly, že vysoké teploty před objevením palic, pokud nebyly doprovázeny vlhkostním stresem, zvýšily celkovou produkci sušiny. Vysoká teplota obvykle snižuje stravitelnost kvůli zvyšující se buněčné stěně a snižující se stravitelnosti tkáně buněčnou stěnou. Vysoká intenzita světla má stejný efekt na produkci sušiny (Coors a kol., 1994).

Určujícím faktorem pro její rozmístění je nejen výše teplot, ale jejich průběh v době vegetace. Kukuřice má nejen značné požadavky na teplotu půdy a vzduchu, ale je citlivá i na kolísání teplot. Pozdní jarní mrazíky stejně jako rychlý pokles teplot na podzim způsobují zastavení růstu a odumírání rostlin. Za kritickou teplotu se považuje -1 až -2 °C po dobu déle než 3—4 hodiny (Vrzal, 1998).

3.3.3. Vliv vláhy

Kukuřice má značné nároky na vodu. Dovede si sice vodu z půdy osvojit a umí s ní dobře hospodařit, ale vysoké výnosy můžeme zajistit jedině dobrým hospodařením s půdní vláhou. Na tvorbu 1 kg sušiny potřebuje přibližně 256 litrů vody. Podle půdních podmínek je kukuřice schopna čerpat vláhu až z hloubky 3m, ale zpravidla z hloubky 1,5 m. Při vyšší hladině podzemní vody vytváří kukuřice převážnou část kořenového systému v povrchové

vrstvě ornice.

Potřeba vody pro jednu rostlinu se v praxi odhaduje asi na 200 litrů, což předpokládá 600 mm srážek. Podle polních měření vystačí porost kukuřice s 200 mm srážek za vegetaci (Vrzal, 1998), roční srážky musí být nad 500mm (Tichý a Balík, 2008). Ostatní potřebu kryje z půdní zásoby a z vlhkosti vzduchu (Vrzal, 1998). Dešťové srážky stačí v našich klimatických podmínkách zajistit vláhovou potřebu přibližně ze 70%, zbytek by měla uhradit doplňková závlaha (Zimolka, 2008).

Nedostatek vláhy v půdě způsobuje zpomalení nebo zastavení růstu. Nadbytek vláhy a nedostatek vzduchu v půdě se projeví na barvě listů (světlá barva) a na tvorbě zakrnělých palic (Vrzal, 1998).

3.3.4. Vliv vzdušné vlhkosti

Ze složek ovzduší je významný zejména obsah vodních par. Nesprávným uspořádáním porostu v suchých oblastech dochází vlivem proudění vzduchu k nadměrné transpiraci a s tím spojeným poruchám rovnováhy mezi příjmem a výdajem vody.

Nedostatečná vzdušná vlhkost má také nepříznivý vliv na životnost pylových zrn a na opylení palic a tím i na výnos zrna (Vrzal, 1998).

3.3.5. Vliv půdy

Nároky kukuřice na půdu jsou závislé na oblasti pěstování. V bramborářské a chladnější řepařské výrobní oblasti preferuje půdy hluboké, hlinité, výhřevné s dostatkem humusu. Nejvhodnější je jižní expozice. Snáší i půdy slabě kyselé nebo slabě zásadité. Na půdách s pH <5 se snižuje výnos rostlinné hmoty až o 30 %. Nevyhovují jí půdy kamenité, zamokřené a mrazové kotliny nebo pozemky erozně ohrožené (Skládanka, 2006).

3.3.6. Zemědělské výrobní oblasti

Zemědělské výrobní oblasti charakterizují výrobní podmínky a využití zemědělského půdního fondu ČR z hlediska půdně klimatických podmínek území bez ohledu na administrativní hranice vyšších územních celků (okresů, regionů). Tato kategorizace území vytváří třídící základnu katastrálních území a zemědělských podniků, které v nich hospodaří (Agrokrom, 2012).

Z hlediska agroekologických a ekonomických předpokladů území jsou vymezeny následující zemědělské výrobní oblasti:

Tab. 6 – Charakteristika zemědělských výrobních oblastí (Čerba, 2004).

Charakteristika	Kukuřičná	Řepařská	Obilnářská	Bramborářská	Pícninářská
Nadm. výška	Do 250 m	250 – 350m	300 – 600 m	400 – 650 m	Nad 600 m
Klimatický region	Velmi teplý, suchý	teplý, suchý; teplý, mírně suchý; teplý, mírně vlhký	teplý, mírně vlhký; mírně teplý, suchý; mírně teplý, vlhký; mírně teplý, značně vlhký; mírně teplý, vlhký; mírně chladný, vlhký	mírně teplý, vlhký; mírně teplý, značně vlhký; mírně teplý, vlhký; mírně chladný, vlhký	mírně chladný, vlhký; chladný, vlhký
Průměrná roční teplota	9 – 10 °C	8 – 9 °C	5 – 8,5 °C	5 – 8 °C	5 – 6 °C
Průměrné roční srážky	500 – 600 mm	500 – 650 mm	550 – 700 mm	550 – 900 mm	Více než 700 mm

3.3.7. Vliv hybridu a rajonizace

Pěstování kukuřice v České republice je výrazně limitováno výrobně klimatickými podmínkami dané oblasti. Výběr vhodných hybridů pro dané agroekologické podmínky patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření, mající přímý vliv na výši výnosu. Vybraný hybrid by ale neměl splňovat pouze dosažení maximálního výnosu hmoty, ale především maximálního výnosu koncentrovaných živin, tedy zrna z hektaru. Podíl zrna je jeden z nejdůležitějších ukazatelů ve vztahu k výživné hodnotě a koncentraci energie krmiva. Hybridy kukuřice určené na siláž by měly obsahovat 50 % a více sušiny zrna celé rostliny.

Jedním z kritérií, které se používají při výběru hybridů kukuřice pro danou pěstitelskou oblast je tzv. číslo FAO, tedy číslo ranosti. Pro pěstitele se považuje číslo FAO za orientační ukazatel, který charakterizuje hybrid a délku jeho vegetace (Dufková a Jambor, 1999).

Podle čísla můžeme rozdělit hybridy:

- Velmi rané- FAO do 200 (dní)
- Rané- FAO 200 - 300
- Středně rané- FAO 300 - 400
- Pozdní- FAO 400 - 500
- Velmi pozdní- FAO nad 500

U velmi raných hybridů se nejrychleji zvyšuje procento sušiny zrna a výnos je nižší. Naopak pozdní hybridy dávají nejvyšší výnosy s nižším procentem sušiny (Svoboda, 1999).

Pod pojmem rajonizace rozumíme rozmístění jednotlivých hybridů do jednotlivých oblastí a také na jednotlivé pozemky podle jejich požadavků na teplotu, vláhu a půdní podmínky. V méně příznivých podmínkách okrajových výrobních oblastí (bramborářská) je nutné kukuřici přednostně zařazovat na pozemky s lehčí výhřevnější půdou, rovinnaté nebo s jižní a jí přilehlých expozicích, chráněných před silnými severními větry. Rovněž účel pěstování hraje významnou roli při umístění a volbě vhodného hybridu. Ve srovnání s požadavky na teplotu není kukuřice příliš náročná na rajonizaci podle půdních podmínek. Přesto ale řadu hybridů musíme umísťovat podle jejich nároků na půdní podmínky, především s ohledem na požadavky na vláhu (Vrzal, 1998). Teplota a vlhkost jsou klíčové faktory, které určují, jestli je kukuřice adaptována na danou oblast. Délka vegetačního období je také limitující faktor. Sluneční záření je nakonec klíčový faktor prostředí. Klimatické podmínky jsou klíčové k určení hlavních produkčních oblastí. Specifické faktory počasí významně ovlivňují produkční potenciál z roku na rok, takže praxe managementu jsou určovány očekávaným počasím a jeho variabilitou (Farnham a kol., 2003).

3.3.8. Interakce faktorů

Z výše uvedeného vyplývá, že k výrobě vysoce kvalitní kukuřičné siláže je potřeba přesně dodržet zásady silážování, především zkrátit aerobní fázi na minimum, aby ztráty na kvalitě byly co nejmenší, dále hraje důležitou roli udusání hmoty a její dokonalé utěsnění před přístupem vzduchu. Abychom však mohli vyrobit kvalitní kukuřičnou siláž, je potřeba, aby vstupní surovina, kukuřice, byla vysoce kvalitní. Je vhodné použít hybrid silážní, který má vysoký podíl palic (min. 45 %) k celkové hmotě a přijatelné množství a kvalitu vlákniny (Nedělník a kol., 2011). Obsah NDF by neměl klesnout pod 30 % a překročit 45 % (Pozdíšek a kol., 2008). Jak uvádí Loučka a Jambor (2011), pro hodnocení kvality kukuřice a siláže z ní je důležité, aby byla analyzována stravitelnost NDF.

Na tuto kvalitu kukuřice, jakožto vstupní hmoty, působí řada faktorů: osvětlení, teplota, vláha, vzdušná vlhkost, půda a hybrid. Tyto faktory však nelze hodnotit samostatně, jelikož kvalita kukuřice se odvíjí od jejich vzájemného působení. Pro vypěstování vysoce kvalitní kukuřice je tedy důležité ideálně skloubit tyto faktory. Hodnotit všechny faktory najednou by však dalece přesahovalo rozsah této práce. Mnoho prací se věnuje výběru a hodnocení hybridů, avšak o stanovišti je informací velmi málo, proto je tato práce zaměřena pouze na vliv stanoviště v souvislosti s hybridy. Výběr vhodného hybridu na vhodné stanoviště je totiž klíčové pro maximální využití potenciálu daného kukuřičného hybridu. Jak uvádí Loučka a Jambor (2011), jen volbou vhodného silážního hybridu lze zvýšit užitkovost o dva litry na dojnici a den.

4. Materiál a metodika

Ve spolupráci s VÚŽV Uhřetěves a laboratoří NutriVet, s.r.o. byly na území České republiky odebrány vzorky celých rostlin kukuřice od 16 ti hybridů s různým stupněm ranosti (130 – 400 FAO, z pěti stanovišť (S1 = Břilice, S2 = Farma Stonava, S3 = ZD Čížová, S4 = ZD Hoštín, S5 = ZD Mořina). Na každé stanoviště byly vybrány jiné hybridy. Na stanoviště Břilice bylo vybráno 7 hybridů, ZD Čížová 3 hybridy, na ostatní stanoviště byly vysazeny hybridy dva. Určující pro dobu sklizně byla zralost charakteristická mléčnou linií ve dvou třetinách zrna.

4.1. Stanoviště

Pokus probíhal na pěti stanovištích, které jsou charakterizovány v následující tabulce z hlediska výrobní oblasti, nadmořské výšky a půdy.

Tab. 7 – Charakteristika stanovišť

Stanoviště	Výrobní oblast	Nadmořská výška	Okres
Břilice	Bramborářská	434	Jindřichův Hradec
Farma Stonava	Obilnářská	193	Karviná
ZD Čížová	Obilnářská	448	Písek
ZD Hoštín	Obilnářská	369	Plzeň
ZD Mořina	Obilnářská	355	Beroun

4.2. Hybridy

V pokusu bylo vybráno k hodnocení 16 hybridů s různým stupněm ranosti, aby se hodily do vybraných stanovišť, v tabulce seřazené podle čísla FAO od nejranějších.

Tab. 8 – Charakteristika hybridů

Hybrid	FAO	Účel	Výrobní oblast	Stanoviště
Pyroxenie	130	Siláž	Horská	Břilice
Cekob	210	Siláž	B, O, Ř	Břilice
Laboom	220		Bramborářská, obilnářská (siláž), řepařská (zrno)	Břilice
Cemilk 222	220	Siláž	Bramborářská, chladnější řepařská	Břilice
Ceklad 235	235	Zrno/ siláž	Bramborářská a chladnější řepařská (siláž), teplá řepařská (zrno)	Břilice
Ceskor	240	Zrno/ siláž	B, O, Ř	Břilice
San	240	Siláž	Řepařská, teplá bramborářská	ZD Hoštín
Celive	250	Zrno	Řepařská, kukuřično-řepařská	ZD Čížová
Celio	250	Siláž	Bramborářská, obilnářská, řepařská	ZD Hoštín
Cemet	260	Siláž	Řepařská	Břilice
Celido	270	Zrno/ siláž	Řepařská (siláž), kukuřično- řepařská (zrno)	ZD Čížová
Cedub	280	Zrno	Teplejší řepařská (siláž), kukuřično- řepařská (zrno)	ZD Čížová
Ceplan	300	Zrno/ siláž	Řepařská, kukuřičná	Farma Stonava
Cevaha	320	Siláž	Teplá řepařská, kukuřičná	Farma Stonava
Cedona	370	Zrno	Kukuřičná	ZD Mořina
Ceslav	400	Zrno, siláž	Teplá řepařská, kukuřično- řepařská (siláž), kukuřičná (zrno)	ZD Mořina

4.3. Analýza vzorků

Produkce mléka na hektar a produkce mléka na tunu sušiny byla odhadována pomocí software, inspirovaném programem MILK 2006 z wisconsinské univerzity, díky níž lze proti sobě postavit kvalitu a výnos. Milk 2006 i software používaný k měření hodnot v této práci mají podobný výstup, tedy produkce energie na jednotku plochy a zároveň i na jednotku hmotnosti. Milk 2006 ale pracuje s TDN (USA), náš software s NEL (ČR a celá Evropa).

V Milk 2006 je stanovována stravitelnost NDF na NIRS s kalibrací na 48 hodin metodou *in vitro*, v našem software je porovnáván výpočet NEL s tabulkovými a stanovovanými hodnotami metodou *in sacco* s inkubací v bachoru 24 hodin.

Výnos zelené hmoty rostlin pro Milk 2006 je měřen na vymezené ploše ze čtyř řádků v délce 10 m (stejně jako ÚKZÚZ), pro náš software je odebíráno ve třech náhodných řádcích třikrát 10 po sobě jdoucích rostlin.

5. Výsledky

5.1. Posouzení vlivu stanoviště

Tab. 9 a- Naměřené hodnoty jednotlivých stanovišť

Stanoviště	NDF (%)	S NDF (%)	S OH (%)	Škrob (%)	Podíl palic (%)
Břilice	46,72 a	55,61 a	67,92 b	33,69 a	56,14 a
Farma Stonava	50,39 b	53,84 a	64,59 a	29,16 b	48,60 b
ZD Čížová	48,29 ab	51,69 a	63,69 a	35,08 a	58,47 a
ZD Hoštín	49,56 ab	53,82 a	65,44 ab	33,56 a	55,93 a
ZD Mořina	47,82 ab	51,55 a	64,19 a	33,86 a	56,43 a
p	0,001	0,009	0,000	0,000	0,000

U všech parametrů byl statisticky průkazný rozdíl. Nejnižší podíl NDF byl na stanovišti Břilice 46,72 %, největší na stanovišti farma Stonava 50,39 %. Nejvyšší stravitelnost NDF je na stanovišti Břilice 55,61 %, i když podle Tukeyho testu nebyl nalezen průkazný rozdíl mezi stanovišti. Stanoviště Břilice se průkazně liší od ostatních stanovišť nejvyšší stravitelností organické hmoty 67,92 %. Obsah škrobu (29,16 %) a podíl palic (48,60 %) se významně lišil na stanovišti farma Stonava, kde byl nejnižší.

Tab. 9 b- Naměřené hodnoty jednotlivých stanovišť

Stanoviště	Výnos S NDF (t/ha)	výnos S OH (t/ha)	NEL k (MJ)	NEL t (MJ)	mléko (tis.kg/ha)	mléko (kg/t sušiny)
Břilice	4,65 a	5,34 a	6,39 b	6,68 b	46,07 a	2017 b
Farma Stonava	4,54 a	4,88 a	6,24 a	6,67 ab	36,38 a	1967 a
ZD Čížová	4,09 a	4,16 a	6,25 a	6,67 a	46,31 a	1971 a
ZD Hoštín	4,85 a	5,09 a	6,28 ab	6,68 ab	47,37 a	1982 ab
ZD Mořina	4,51 a	4,84 a	6,18 a	6,67 a	47,59 a	1950 a
p	0,407	0,098	0,000	0,000	0,031	0,000

Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn u NEL (korigované i tabulkové) a produkce mléka na hektar i z jedné tuny sušiny. Rozdíl nebyl zjištěn u výnosu stravitelné NDF a stravitelné organické hmoty. U NEL se průkazně lišilo stanoviště Břilice s nejvyšší hodnotou, a to jak u korigované (6,39 t/ha), tak u tabulkové hodnoty (6,68 t/ha). Podle Tukeyho testu v produkci mléka na hektar nebyl zjištěn rozdíl, u produkce mléka na tunu sušiny se lišilo stanoviště Břilice s nejvyšší hodnotou 2017 kg/t.

5.2. Posouzení vlivu hybridu

Tab. 10 a- Naměřené hodnoty jednotlivých hybridů

Hybrid	NDF (%)	S NDF (%)	S OH (%)	Škrob (%)	Podíl palice (%)
Ceskor	44,11 a	59,07 b	70,83 e	37,06 d	61,77 d
Cekob	45,22 ab	58,95 b	69,47 de	34,06 bcd	56,77 bcd
Pyroxenie	50,90 d	58,69 b	66,96bcde	35,72 cd	59,53 cd
Cemet	46,19 abc	53,99 ab	67,44 bcde	32,80 abcd	54,67 abcd
Laboom	46,85 abcd	54,80 ab	67,84 cde	33,33 bcd	55,55 bcd
Cemilk 222	46,74 abcd	50,73 a	65,63 abcd	32,13 abc	53,55 abc
Ceklad 235	47,05 abcs	53,02 ab	67,26 bcde	30,69 ab	51,15 ab
Ceplan	50,22 cd	55,19 ab	65,57 abcd	30,15 ab	50,26 ab
Cevaha	50,57 cd	52,49 a	63,62 ab	28,18 a	46,95 a
Celido	48,10 abcd	49,92 a	63,81 ab	34,16 bcd	56,94 bcd
Cedub	48,65 bcd	51,27 a	62,73 a	34,76 bcd	57,94 bcd
Celive	48,12 abcd	53,88 ab	64,56 abc	36,32 cd	60,53 cd
Celio	49,14 bcd	52,35 a	64,48 abc	34,10 bcd	56,84 bcd
San	49,99 cd	55,29 ab	66,41 abcd	33,01 bcd	55,05 bcd
Cedona	49,36 bcd	50,01 a	62,92 a	33,74 bcd	56,23 bcd
Ceslav	46,29 abc	53,09 ab	65,46 abc	33,98 bcd	56,63 bcd
p	0, 000	0, 000	0, 000	0, 000	0, 000

U všech ukazatelů byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Průkazně nejnižší hodnotu NDF 44,11 % má hybrid Ceskor, nejvyšší hodnotu 50,90 % má hybrid Pyroxenie. Ve stravitelnosti NDF má nejvyšší hodnotu (59,07 %) opět hybrid Ceskor, ale podle Tukeyho testu se významně neliší od Cekobu a Pyroxenie. Nejnižší stravitelnost NDF (49,92 %) má

hybrid Celido, ale jeho rozdíl od ostatních není významný. Také stravitelnost organické hmoty má hybrid Ceskor nejvyšší (70,83 %), čímž se od ostatních významně liší. Nejnížší hodnotu má hybrid Cedub (62,92 %) a Cedona (62,92 %). V obsahu škrobu a podílu palic má nejvyšší hodnotu opět Ceskor (37,06 % škrobu, 61,77 % palic). Průkazně nejnížší hodnoty obou ukazatelů má hybrid Cevaha (28,18 % škrobu, 46,95 % palic).

Tab. 10 b- Naměřené hodnoty jednotlivých hybridů

Hybrid	výnos S NDF (t/ha)	výnos SOH (t/ha)	NEL k (MJ)	NEL t (MJ)	mléko (tis.kg/ha)	mléko (kg/t sušiny)
Ceskor	4,33 ab	4,87 bcd	6,52 d	6,70 d	54,42 ef	2047 c
Cekob	5,14 b	5,63 bcd	6,48 abc	6,69 bcd	45,98 cdef	2045 c
Pyroxenie	2,96 a	2,78 a	6,43 bcd	6,68 abcd	28,53 a	2028 bc
Cemet	4,53 ab	5,37 bcd	6,40 bcd	6,69 bcd	44,11 bcde	2018 bc
Laboom	5,80 b	6,73 d	6,37 bcd	6,69 cd	55,75 f	2010 bc
Cemilk 222	4,69 ab	5,73 bcd	6,29 abc	6,68 abcd	48,24 cdef	1984abc
Ceklad 235	5,09 b	6,25 cd	6,29 abc	6,68 abcd	45,47 cdef	1986 abc
Ceplan	4,66 ab	4,95 bcd	6,33 abcd	6,67 ac	37,97 abc	1997 abc
Cevaha	4,43 ab	4,81 abcd	6,14 a	6,67 ac	34,79 ab	1936 a
Celido	4,04 ab	4,52 abc	6,22 ab	6,66 ab	46,49 cdf	1963 ab
Cedub	4,28 ab	4,18 ab	6,22 ab	6,68 abcd	47,96 cdf	1963 ab
Celive	3,96 ab	3,79 ab	6,30 abc	6,68 abcd	44,48 bcde	1987 abc
Celio	4,99 b	5,22 bcd	6,28 abc	6,67 abcd	52,41 def	1982 abc
San	4,69 ab	4,97 bcd	6,28 abc	6,68 abcd	42,33 bcd	1982 abc
Cedona	4,19 ab	4,41 abc	6,13 a	6,66 a	45,71 cdef	1932 a
Ceslav	4,83 b	5,27 bcd	6,24 ab	6,68 abcd	49,46 def	1968 ab
p	0, 003	0, 000	0, 000	0, 000	0,000	0, 000

U všech ukazatelů byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Výnos stravitelné NDF byl průkazně nejnížší u Pyroxenie 2,96 t/ha. Nejvyšší výnos měl hybrid Laboom 5,80 t/ha, ale nelišil se významně od hybridů, které měly podobně vysoké výnosy (Cekob, Ceklad 235, Celio a Ceslav). Výnos stravitelné organické hmoty je opět nejnížší u Pyroxenie (2,78 t/ha) a nejvyšší u hybridu Laboom (6,73 t/ha). V obou hodnotách NEL se průkazně liší hybridy

Ceskor s nejvyššími hodnotami (6,52 NEL k, 6,70 NEL t) a hybrid Cedona s nejnižšími hodnotami (6,13 NEL k, 6,66 NEL t). Produkci mléka na hektar má nejnižší opět Pyroxenie (28,53 tis. kg/ha), nejvyšší Laboom (55,75 tis. kg/ha). Největší produkce mléka na tunu sušiny dosáhli hybridy Ceskor (2047 kg/t) a Cekob (2045 kg/t). Nejnižší produkce byla zjištěna u hybridů Cedona (1932 kg/t) a Cevaha (1936 kg/t).

6. Diskuze

6.1. Neutro- detergentní vláknina (NDF)

Mezi jednotlivými pěti stanovišti byly průkazné statistické rozdíly v obsahu NDF, taktéž mezi jednotlivými 16 ti hybridy. Nejnižší podíl NDF byl na stanovišti Břilice, největší na stanovišti farma Stonava. Na stanovišti Břilice, která se nachází v bramborářské oblasti, byly pěstovány hybridy s FAO 130 – 240 a 260, tedy hybridy vhodné. Výrazně vyšší průměr na tomto stanovišti má Pyroxenie, která je velmi raná (FAO 130) a hodí se tedy více do horských oblastí. Zároveň byl na tomto stanovišti hybrid Ceskor s nejnižším průměrem. Na farmě Stonava byly naopak hybridy středně rané (FAO 300 a 320), přičemž toto stanoviště je velmi nízko (193 m n.m.) oproti ostatním, výrobní oblast je obilnářská (Agrokrom, 2012), podle rozdělení Čerby (2012) podle nadmořské výšky by měla spadat pod kukuřičnou. To by pak znamenalo, že tyto hybridy, hodící se spíše do chladnějších oblastí, než je kukuřičná, se mohli sklízet vzhledem ke své ranosti příliš pozdě, kdy obsah NDF již byl vyšší. Tento faktor však není rozhodující pro vhodnost hybridu pro danou oblast.

V minulém pokusu Loučky a Jambora (2010) bylo prováděno podobné měření s nejvyšší hodnotou 63,11 % NDF a nejnižší 47,67 %. Všechny hybridy však byly středně rané s FAO 260 a byly pěstovány na stanovištích v oblastech řepařských a kukuřičných. V této práci jsou použity hybridy s FAO od 130 do 400 a oblasti spíše chladnější-bramborářské a obilnářské. Nejvyšší hodnoty NDF byly naměřeny 50,39 %, nejnižší 46,72 %. Jak uvádí Svoboda (1999), u velmi raných hybridů se nejrychleji zvyšuje procento sušiny zrna a výnos je nižší. Naopak pozdní hybridy dávají nejvyšší výnosy s nižším procentem sušiny. Záleží tedy na tom, v jaké fázi a při jakém procentu sušiny se hybridy sklízely.

Byl proveden pokus (Mykiska, 2009), který sledoval hodnotu NDF od roku 2003 do roku 2008, kde byl obsah NDF v roce 2003 40,41 % a dále stoupal, až v roce 2008 dosáhl 50,17 %. Je tedy zřejmá vzestupná tendence v obsahu NDF do roku 2008. Možná kvůli snahám zemědělců o stále vyšší výnosy kukuřice na siláž, které se pak odráží ve zhoršení její kvality.

6.2. Stravitelnost NDF a organické hmoty (OH)

Ve stravitelnosti NDF byly průkazné statistické rozdíly jak mezi stanovišti, tak mezi hybridy. V Tukeyho testu však mezi stanovišti průkazné rozdíly nalezeny nebyly. Loučka a Jambor (2011) uvádějí, že stravitelnost NDF se pohybuje mezi 45 – 64 %. Zvýšení

stravitelnosti o pouhé 1 % vede ke zvýšení příjmu sušiny u dojnic o zhruba půl kilogramu (Oba a Alen, 1999). Stravitelnost by tedy měla být co nejvyšší. Na stanovišti Břilice byla stravitelnost nejvyšší. Hybrid Ceskor na tomto stanovišti měl nejvyšší S NDF, nejméně měla ZD Mořina a ZD Čížová, kde byl hybrid s Celido (FAO 270) z celého pokusu nejnižší. Když porovnáme tento hybrid s vhodností stanoviště, zjistíme, že ZD Čížová je oblast obilnářská, přičemž Celido je vhodný pro oblasti řepařské až kukuřično- řepařské.

Mezi stanovišti i mezi hybridy byly opět statisticky průkazné rozdíly ve stravitelnosti organické hmoty. V minulém pokuse Loučka a Jambor (2010) byly hodnoty stravitelnosti organické hmoty od 48,63 % po 42,16 %. V této práci byly naměřeny hodnoty nejvyšší na stanovišti Břilice 67,92 % a nejnižší na ZD Čížová 63,69 %. Podle výsledků by tedy stravitelnost OH a NDF spolu mohla souviset, protože v Břilici byly obě hodnoty nejvyšší, na ZD Čížová nejnižší. Hybrid Cedub, který byl na stanovišti ZD Čížová, je opět vhodnější do teplejších řepařských nebo kukuřično- řepařských oblastí, čemuž ZD Čížová nejspíš nevyhovuje, ale stejně jako u NDF není tento parametr zásadní pro určování celkové vhodnosti na stanoviště.

Jak uvádí Loučka a Jambor (1998), nejvyšší stravitelnost organické hmoty a nejnižší obsah NDF je v zrně a v listenech, tudíž největší nutriční hodnota je v palici. Mezi obsahem NDF a stravitelností organické hmoty existuje negativní závislost, což dokazuje i náš pokus, kde v Břilici byl nejnižší obsah NDF a zároveň nejvyšší stravitelnost OH. Tomu by měl odpovídat i podíl palic, který je ale v ZD Čížová nejvyšší z naměřených stanovišť. Mohlo by to být způsobeno tím, že všechny tři hybridy na tomto stanovišti jsou hybridy zrnové.

6.3. Škrob, podíl palic

Podle Nedělníka a kol. (2011) je potřeba, aby kukuřice měla v době sklizně vysoký, 50 %, podíl palic, minimálně však 45 %. Podle Loučky a Jambora (2011) sušina palice tvoří zhruba 55% z celé rostliny. Její hlavní částí je zrno, které obsahuje asi 60 % škrobu s vysokou stravitelností, asi 96 %. Podíl zrna hraje významnou roli z hlediska obsahu energie v kukuřičné siláži, proto je nutné sledovat obsah škrobu, který se v celé rostlině pohybuje v rozmezí 15 až 35 %.

V našich výsledcích byl obsah škrobu v rozmezí 29,16 % na farmě Stonava, na což by mohl mít vliv také nízký podíl palic 48,6 %, který byl zároveň na tomto stanovišti také nejnižší naměřený. Nejvyšší podíl škrobu 35,08 % byl naměřen na ZD Čížová, kde byl zároveň naměřen i nejvyšší podíl palic 58,47 %. Ostatní stanoviště měla kolem 33,5 %.

Rozdíl byl statisticky průkazný jak v obsahu škrobu, tak v podílu palic. V Tukeyho testu se však průkazně lišilo v obou faktorech pouze stanoviště farma Stonava. Z hybridů měl nejvyšší obsah škrobu (37,06 %) i nejvyšší podíl palic (61,77 %) opět hybrid Ceskor. Průkazně nejnižší podíl obou ukazatelů měl hybrid Cevaha.

6.4. Výnos stravitelné NDF a stravitelné organické hmoty

Rozdíl naměřených hodnot byl mezi stanovišti statisticky neprůkazný jak ve výnosu stravitelné NDF, tak ve výnosu stravitelné organické hmoty. V rámci zvolených stanovišť tedy nebyl zjištěn vliv na výnosy těchto hodnot. Jiná je však situace mezi hybridy, kde byl zjištěn staticky průkazný rozdíl ve výnosu stravitelné NDF i organické hmoty. Nejvyšší výnos S NDF měl hybrid Laboom FAO 220, nejnižší hodnotu, a to výrazně od ostatních hybridů, měl hybrid Pyroxenia. Jak bylo uvedeno výše, pravděpodobně by to mohlo být způsobeno jeho raností (FAO 130). Už bylo řečeno (Svoboda, 1999), u velmi raných hybridů se nejrychleji zvyšuje procento sušiny zrna a výnos je nižší. Podobně vypadala situace u výnosu stravitelné organické hmoty: nejvyšší opět u hybridu Laboom, nejnižší u Pyroxenie.

6.5. NEL k, NEL t

K výpočtu energetické hodnoty se běžně používají tabulkové hodnoty stravitelnosti vlákniny, výslednou hodnotu tak ovlivňuje jen obsah živin, protože stravitelnost zůstává konstantní. Navíc, tabulkové hodnoty jsou hodně zastaralé. Od té doby se značně změnila skladba hybridů, jejich vlastnosti, ale i technologické podmínky pěstování kukuřice a její konzervace (Třináctý a kol., 2009). Výsledkem jsou uniformní výstupy, které nezohledňují kvalitu vlákniny vyjádřenou její stravitelností. Stravitelnost vlákniny (NDF) u jednotlivých hybridů se udává v rozmezí 40 až 70 %, což způsobuje i širší rozmezí hodnot NEL 5,6-6,6 NEL (Loučka a Jambor, 2011).

U naměřených hodnot v této práci si můžeme všimnout, jaký je rozdíl mezi hodnotami tabulkovými (NEL t) a korigovanou NEL (NEL k). U obou hodnot byly dokázány statisticky průkazné rozdíly, ale rozptyl hodnot tabulkových je velice malý (od 6,67 do 6,68), kdežto u hodnot korigovaných jsou rozdíly od 6,18 (ZD Mořina) do 6,39 (Břilice). To samé můžeme pozorovat u hybridů, kde hodnota tabulková byla v rozpětí 6,66 do 6,7, u hodnot korigovaných v rozmezí 6,13 (Cedona) do 6,52 (Ceskor). Na ZD Mořina však byly pouze dva hybridy, z nichž jedním z nich je právě Cedona s nejnižší hodnotou NEL. Na stanovišti Břilice byl naopak pěstován hybrid Ceskor s nejvyšší hodnotou.

Tabulková i korigovaná hodnota sice ukázala statisticky průkazný rozdíl v obou případech, ale korigovaná hodnota NEL se zdá být lepším a přesnějším ukazatelem.

6.6. Produkce mléka na ha a z 1 tuny sušiny

Tyto dvě hodnoty jsou jedním z nejdůležitějších ukazatelů pro zemědělce. Mléko na hektar je významným ukazatelem pro agronomy, hraje důležitou roli při výběru hybridu, kde je třeba ideálně skloubit výnos kukuřice s její kvalitou. Mléko na tunu sušiny je pro změnu nejdůležitější ukazatel pro zootechniky, kteří siláž krmí. V obou hodnotách byly zjištěny statisticky významné rozdíly jak u stanovišť, tak u jednotlivých hybridů, i když u ukazatele mléka na hektar u stanoviště ($p = 0,031$) nebyly v Tukeyho testu průkazné rozdíly nalezeny. Nejnižší hodnota je na farmě Stonava, nejvyšší u ZD Hoštín a ZD Mořina. Na těchto stanovištích ZD Mořina a ZD Hoštín byly pouze dva hybridy, za to s výsledky s větším rozptylem. Na stanovišti Hoštín dokonce o 10 tis. kg/ha. Oba dva hybridy na stanovišti ZD Mořina (Cedona, Ceslav) jsou středně rané (FAO 370 a 400) pěstované v obilnářských oblastech, i když více vyhovující by byly oblasti řepařské až kukuřičné. Oproti tomu bylo na ZD Mořina nejvyšší produkce kg mléka na tunu sušiny a nejvyšší produkce byla v Břilici. Rozdíl hodnot na ZD Mořina dokazuje, že hodnota mléka na hektar nemusí zaručovat i jeho nejvyšší produkci na tunu sušiny, protože vhodně zvolený hybrid na určité stanoviště dokáže vykompenzovat nižší produkci mléka na ha právě vyšší produkcí na tunu sušiny.

6.7. Celkové hodnocení

Celkově nejlepších výsledků dosahuje stanoviště Břilice (bramborářská oblast). Byly zde zřejmě nejvhodněji zvolené hybridy. Výsledky ale mohou být zkreslené, protože stanoviště Břilice mělo zároveň nejvíce hybridů k posuzování (7 hybridů), kdežto na ostatních stanovištích bylo pouze po dvou hybridech, na ZD Čížová po třech. V Břilici najdeme hybrid Ceskor, který dosahoval nejlepších výsledků téměř ve všech hodnocených ukazatelích, zdá se být tedy nejvhodnějším hybridem pro toto stanoviště. Zároveň zde také najdeme i hybrid Pyroxenie, který je velmi raný, vhodnější do horských oblastí, což se odrazilo v hodnocení jeho parametrů- nejvyšší % NDF, i když s vysokou stravitelností, a výrazně nejvyšší výnosy S NDF a S OH, které zřejmě snížily celkové výnosy tomuto stanovišti.

Můžeme si všimnout, že hybridy s nejnižšími hodnotami některých ukazatelů (Ceplan, Cevaha, Celido, Cedub a Cedona) jsou všechny pěstovány v oblastech obilnářských, ačkoli se všechny hodí více do oblastí řepařských, kukuřično- řepařských nebo kukuřičných, které jsou teplejší.

Je tedy patrné, že výběr hybridu vhodného pro dané stanoviště je důležitý, protože má vliv na výslednou kvalitu kukuřice. V praxi to znamená, že volbou vhodného hybridu lze plně využít potenciál stanoviště, které nemusí být pro pěstování kukuřice ideální.

7. Závěr

Zjistili jsme, že stanoviště průkazně ovlivňuje obsah NDF, stravitelnost NDF a organické hmoty, škrob, podíl palic, NEL, produkci mléka na ha a produkci z jedné tuny sušiny. V rámci našich stanovišť nebyl průkazný rozdíl ve výnosu stravitelné NDF a výnosu stravitelné organické hmoty.

Pro plné využití potenciálu stanoviště je třeba vybírat takové hybridy, které se svými nároky a raností na vybrané stanoviště hodí.

Pro hodnocení stanovišť a hybridů se zdá být přínosný systém Milk 2006, používaný s některými úpravami v ČR, díky kterému lze odhadovat produkci mléka na hektar a na tunu sušiny, a lze tedy porovnat kvalitu a výnos.

8. Seznam použité literatury

- Agrokrom (2012);** Zemědělské výrobní oblasti a podoblasti, [on-line], citováno 25.3.2012, dostupné z http://www.agrokrom.cz/texty/metodiky/Ram_metod/VYROBNI_OBLASTI.PDF
- Cusicanqui, J. A., Lauer, J. G. (1998);** Plant Density and Hybrid Influence on Corn Forage Yield and Quality, *Agronomy Journal*, Vol. 91 No. 6, p. 911-915
- Cherney, J.H., Cherney, D.,J.,R. (2003);** Assessing Silage Quality, In Buxton, D., R., Muck, R., E., Harrison, J.H. (eds.) *Silage Science and Technology*, ASA, CSSA, SSSA, Wisconsin, USA, ISBN 0-89118-151-2, str. 141-199
- Coors, J., G., Carter, P., R., Hunter, R., B. (1994);** *Silage Corn*, CRC Press, ISBN 0-8493-4612-6
- Čerba, O. (2004);** Databázové systémy GIS [on-line], citováno 6.4.2012, dostupné z <http://gis.zcu.cz/studium/dbg2/Materialy/html/index.html>
- Čermák, B., Lád, F., Jančík, F., Fabiánová, R., Vašátková, L., Vondrášková, B., Voženílková, B. (2005);** Výroba kvalitních siláží, Sborník z mezinárodního semináře na téma: Kvalita konzervovaných krmiv a jejich použití, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN 80-7040-823-5
- Doležal, P., Zeman, L. (2008);** Silážní kukuřice, In Zimolka, J. (ed), *Kukuřice- hlavní a alternativní užitkové směry*, Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-80-86726-31-1, str. 137-149
- Dufková, L., Jambor, V. (1999);** Výnosoví ukazatele kukuřičných hybridů v různých agroekologických podmínkách, sborník *Pěstování kukuřice a výroba kukuřičné siláže*, Mendelova zemědělská univerzita v Brně, ISBN 80-7157-411-2
- Farnham, D., E., Benson, G., O., Pearce, R., B. (2003);** Corn perspective and culture, In White, P., J., Johnson, L.A. (eds.) *Corn: Chemistry and technology*, druhá edice, American association of cereal chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, ISBN 1-871127-33-0, str. 1-33
- Jambor, V. (2012);** Jak objektivně hodnotit kukuřičnou siláž, [on-line], citováno 12.4.2012, dostupné z <http://www.nutrivet.cz/nutrivet/clanky.php?str=1&sort=nazev&view=all>
- Jambor, V. (1998);** Technologické zásady silážování, *Krmivářství*, číslo 6, str. 31-32
- Loučka, R., Jambor, V. (2011);** Možnosti hodnocení silážních hybridů, *Zemědělec*, číslo 47, str. 10

Loučka, R., Jambor, V. Hakl J. (2009); Vliv termínu sklizně kukuřice na obsah a stravitelnost živin, Krmivářství, číslo 4, str. 29

Loučka, R., Macháčová, E., Tyrolová, Y. (1999); Výsledky fermentačního procesu při silážování kukuřice, sborník Pěstování kukuřice a výroba kukuřičné siláže, Mendelova zemědělská univerzita v Brně, ISBN 80-7157-411-2

Loučka, R., Jambor, V. (1998); Silážování, In ŠUK, J., BALÍK, J., JACOBÉ, P., JAMBOR, V., KOHOUT, V., LOUČKA, R., TÁBORSKÝ, V., VRZAL, J., Kukuřice, VP Agro spol. s.r.o., ISBN 80-86153-99-1, str. 98-114

Mikyska, F. (2009); Kvalita objemných krmiv od roku 1997 do roku 2008, Náš chov-Konzervace speciál

Nedělník, J., Doležal, P., Skládanka, J., Zeman, L., Vyskočil, I., Poštulka, R., Rotrekl, J., Moravcová, H., Kolařík, P. (2011); Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice, Zemědělský výzkum, spol. s.r.o. Troubsko, Mendelova univerzita v Brně, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko, ISBN 978-80-86908-25-0

Oba, M. a Allen, M. S. (1999); Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber from Forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows, Journal Dairy Science

Oseva (2012); Kukuřice 2012, [on-line], citováno 2.4.2012, dostupné z

<http://www.osevabzenec.cz/zd/oseva_kukurice2012.pdf>

Pettersson, K. (1988); Ensiling of Forages, Factors affecting silage fermentation and quality, ISBN 91-576-3621-4

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

Prokop, M. (2008); Hodnocení ranosti hybridů, In Zimolka, J. (ed), Kukuřice- hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-80-86726-31-1, str. 33

Roth, G., Undersander, D., Allen, M., Ford, S., Harrison, J., Hunt, C., Lauer, J., Muck, R., Soderlund, S. (1995); Corn silage, production, management, and feeding, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., ISBN 0-89118-124-5

Skládanka, J. (2006); Kukuřice setá [on-line], citováno 15.3. 2012, dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html>

Svoboda, M. (1999); Organizace porostu ve vztahu k výnosu zrna kukuřice, sborník Pěstování kukuřice a výroba kukuřičné siláže, Mendelova zemědělská univerzita v Brně, ISBN 80-7157-411-2

Steen, R., W., J., Chestnutt, D., M., B. (1983); Agricultural Research Institute of Northern Ireland Occasional Publication, číslo 9, str. 1-65

Tichý, F., Balík, S. (2008); Návrh rajonizace pěstování kukuřice na zrno v ČR, In Zimolka, J. (ed), Kukuřice- hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-80-86726-31-1

Třináctý, J., Richter, M., Křížová, L. (2009); Hodnocení energie krmiv pro dojnice dle NRC (2001), Agrovýzkum Rapotín s.r.o., ISBN 978-80-87144-12-1

Vrzal, J. (1998)a; Biologické vlastnosti kukuřice, In ŠUK, J., BALÍK, J., JACOBÉ, P., JAMBOR, V., KOHOUT, V., LOUČKA, R., TÁBORSKÝ, V., VRZAL, J., Kukuřice, VP Agro spol. s.r.o., ISBN 80-86153-99-1, str. 14-20

Vrzal, J. (1998)b; Technologie pěstování kukuřice, In ŠUK, J., BALÍK, J., JACOBÉ, P., JAMBOR, V., KOHOUT, V., LOUČKA, R., TÁBORSKÝ, V., VRZAL, J., Kukuřice, VP Agro spol. s.r.o., ISBN 80-86153-99-1, str. 20-32

Zimolka, J. (2008); Uplatnění závlahy, In Zimolka, J. (ed), Kukuřice- hlavní a alternativní užitkové směry, Profi Press s.r.o., Praha, ISBN 978-80-86726-31-1, str. 73-74