

Ministerstvo zemědělství  
Těšnov 65/17  
110 00 Praha 1

**v y d á v á**

# OSVĚDČENÍ

č. 17210/2015 – 2

o uznání uplatněné certifikované metodiky  
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

## Kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž

*Ing. Radko Loučka, CSc., Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.,  
Ing. Václav Jambor, CSc., RNDr. Jan Nedělník, Ph.D., Dr. Ing. Jiří Třináctý,  
Ing. Yvona Tyrolová, doc. Dr. Ing. Josef Kučera*

*Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko  
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves  
NutriVet, s.r.o., Pohořelice  
Svaz chovatelů českého strakatého skotu, z. s.*

ISBN 978-80-88000-05-1

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu  
NAZV č. QJ1210128.

V Praze dne 4. 12. 2015



  
.....  
Ing. Jiří Hojer  
ředitel odboru  
živočišných komodit – 17210

Uplatněná certifikovaná metodika 29/15

# KRITÉRIA PRO VÝBĚR HYBRIDŮ KUKUŘICE NA SILÁŽ

**Ing. Radko Loučka, CSc.**

**Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.**

**Ing. Václav Jambor, CSc.**

**RNDr. Jan Nedělník, CSc.**

**Dr. Ing. Jiří Třináctý**

**Ing. Yvona Tyrolová**

**doc. Dr. Ing. Josef Kučera**

Troubsko 2015





Uplatněná certifikovaná metodika

**Metodika 29/15**

# **KRITÉRIA PRO VÝBĚR HYBRIDŮ KUKUŘICE NA SILÁŽ**

**Ing. Radko Loučka, CSc.**

**Ing. Jaroslav Lang, Ph.D.**

**Ing. Václav Jambor, CSc.**

**RNDr. Jan Nedělník, CSc.**

**Dr. Ing. Jiří Třináctý**

**Ing. Yvona Tyrolová**

**doc. Dr. Ing. Josef Kučera**

**Dedikace:**

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe ČR QJ1210128 „Inovovat systémy hodnocení kvality krmiv s důrazem na zavedení nového národního systému hodnocení“ podporovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum.

Oponenti

Ing. Marek Bjelka, Ph.D.

Chovatelské družstvo Impuls, Bohdalec

Ing. Jan Vodička

Ministerstvo zemědělství, odbor živočišných komodit

© Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves

© NutriVet s.r.o., Pohořelice

© Svaz chovatelů českého strakatého skotu, z.s.

ISBN 978-80-88000-05-1



## Obsah

I.	Cíl metodiky a dedikace .....	7
II.	Vlastní popis metodiky .....	8
	II.1. Kukuřice - základní charakteristiky .....	8
	II.2. Využití na siláž nebo na zrna .....	12
	II.3. Odlišný pohled agronoma a zootechnika .....	16
	II.4. Stravitelnost NDF .....	20
	II.5. Obsah a degradovatelnost škrobu .....	22
	II.6. Chutnost .....	24
	II.7. Silážovatelnost .....	25
	II.8. Ranost .....	26
	II.9. Rychlost dozrávání rostlin .....	28
	II.10. Termín a způsob sklizně .....	30
	II.11. Odolnost .....	31
	II.12. Nutriční a fermentační ukazatele .....	33
	II.13. Metody hodnocení .....	38
	II.14. Příklady hodnocení .....	39
	II.15. Zdroje, podklady, zázemí .....	43
III.	Srovnání novosti postupů .....	48
IV.	Popis uplatnění metodiky .....	50
V.	Ekonomické aspekty .....	51
VI.	Seznam použité a související literatury .....	53
VII.	Seznam publikací, které předcházejí metodice .....	59
VIII.	Závěr .....	62





# I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je doporučit zemědělské veřejnosti kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž. Tato metodika navazuje na uplatněnou certifikovanou metodiku s názvem „Verifikovaný metodický postup získávání a zpracování hodnot v národním systému hodnocení silážních hybridů kukuřice“. Je součástí řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210128 „Inovovat systémy hodnocení kvality krmiv s důrazem na zavedení nového národního systému hodnocení“.

Něco jiného je výběr hybridů pro testování a něco jiného výběr hybridů na základě testování. Výběr hybridů pro testování je z ekonomických i kapacitních důvodů dost omezený, proto se vybírají hybridy, které představují určité typy (skupiny) hybridů, využitelné v dané oblasti pro dané účely.

Doporučení vhodných hybridů na základě testování může ovlivnit mnoho pěstitelů a ušetřit jim velké množství nákladů.

Při takovém výběru je nutné brát v úvahu mnoho dalších faktorů: např. že každý hybrid v rámci skupiny má určité charakteristické vlastnosti a ty je třeba respektovat, ale i využívat, že pro ekonomiku produkce má velký význam nejen cena osiva, ale hlavně potenciální výnos a využitelnost živin.



## II. Vlastní popis metodiky

### II.1 Kukuřice – základní charakteristiky

Dříve než se budeme hodnocením jednotlivých kritérií výběru kukuřice podrobněji zabývat, je třeba si připomenout základní charakteristiky této plodiny.

Z hlediska hodnocení výživné hodnoty je kukuřice složitou plodinou, ale s širokými možnostmi využití. Z hlediska využití obsahuje dvě velmi odlišné části: zrno a zbylá nadzemní část rostliny. Během růstu zrání se mění složení i podíl těchto částí. Záleží i na jejich podílu ve sklizeném produktu (např. zvyšováním strniště se zvyšuje podíl zrna). I ve zbytku rostliny jsou části s odlišným složením a vlastností (stonek, listy, listeny, větveno), které ovlivňují výslednou kvalitu produktu. Podíly palic (resp. zrna v palicích, cca 65 %) a zbytku rostlin (cca 45 %) včetně jejich složení a změn jsou dány z velké části geneticky, ale ovlivňuje je také mnoho dalších faktorů od agrotechniky, přes počasí, až po způsob sklizně, konzervace a uskladnění.

Sušina palice tvoří zhruba 55 % z celé rostliny. Její hlavní částí je zrno, které obsahuje cca 60 % škrobu s vysokou stravitelností, cca 96 %. Protože podíl zrna hraje významnou roli z hlediska obsahu energie v kukuřičné siláži, je nutné sledovat obsah škrobu, který se v celé rostlině pohybuje v rozmezí 15–35 % (obsah škrobu se dříve v siláži nestanovoval). 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 % neutrálně detergentní vlákniny (NDF, hodnocení podle Van Soesta a kol., 1991), cca 40–50 % NDF obsahuje celá rostlina. Tzv. hrubá vláknina podle Weendeského způsobu hodnocení se v kukuřici pohybuje kolem 18–24 %, nezahrnuje totiž hemicelulózu. Pro hodnocení kvality kukuřice je tudíž důležité, aby byla analyzována NDF, jako celková vláknina ne hrubá vláknina, která tvoří jen část vlákniny (celulózu a lignin nerozpustný v zásadě). Pro hodnocení kvality kukuřice a siláže z ní vyrobené je kromě obsahu škrobu nejdůležitější stanovení NDF a její stravitelnosti. Obsah a stravitelnost organické hmoty,



tedy ukazatele, které sledují šlechtitelé, totiž neříkají mnoho o podílu zrna a kvalitě zbytku rostliny.

Kukuřice je významným energetickým krmivem, a to jak zkrmováním na zeleno či při silážování, tak na zrno. Siláž má důležitou stabilizační úlohu v krmných dávkách skotu, zkrmuje se celoročně a často s podílem sušiny ve směsné krmné dávce (TMR) vyšším než 50 %. Kukuřičný škrob má oproti jiným obilovinám výhodu v nižší bachorové degradovatelnosti. Při šlechtění především na vysoký výnos a obsah škrobu se zapomnělo na obsah vlákniny a její stravitelnost. Tuto skutečnost se šlechtitelé v současné době snaží napravit.

Kukuřice je během růstu v určitých vegetačních fázích citlivá na teplotu a dostatek vláhy, kdy nízké či naopak vysoké teploty a úhrny srážek ovlivní vegetativní i generativní fázi růstu a tím i výnos a kvalitu píce. Při vysokých teplotách a nedostatku srážek se nejen zpomaluje, až zastavuje vegetativní nárůst biomasy (s negativním dopadem na výnos), ale je omezován rovněž generativní vývoj a zakládání palic, zhoršuje se i opylení (palice není řádně ozrněná) a klesá podíl palice na výnosu.

Pokud se kukuřice siláží ve vhodném vegetačním stádiu a je zajištěno dostatečné udusání silážované řezanky, pak je lehce silážovatelná. Problematické je silážování zejména při sušině nižší než 28 %, to bývají siláže hodně kyselé a vzniká nebezpečí odtoku silážních šťáv. Vznik silážních šťáv znamená zvýšení fermentačních ztrát a nebezpečí znečištění životního prostředí. Problémy nastávají i u opačného extrému. Kukuřice na siláž, sklizená ke konci těstovité (resp. mléčně voskové) zralosti zrna, kdy se u ní sice dosahuje největší koncentrace energie, se vyznačuje již sníženým podílem cukrů. Z těchto důvodů je nutné zkrátit délku řezanky (resp. lépe ji zpracovat ve sklizňovém stroji), aby po naskladnění do silážního žlabu bylo možné intenzivním dusáním snížit podíl vzduchu v řezance na minimum a tím podstatně zkrátit počáteční aerobní fázi fermentačního procesu. Navíc, když se bude kukuřice silážovat se sušinou vyšší než 35 %, při nedostatečném mechanickém narušení (odpovídající délce řezanky) a nedostatečném udusání, zůstane v siláži vyšší obsah vzdušného kyslíku,



což způsobí velké namnožení kvasinek a plísní. Plísně a jejich toxiny (mykotoxiny) se do siláží mohou dostat již v silážované hmotě, pokud se namnoží na poli. Potíže s aerobní stabilitou lze někdy řešit přidáním vhodného konzervačního přípravku.

Kukuřice je dobře silážovatelná i proto, že má nízkou pufrací kapacitu (nízký obsah dusíkatých látek, bazických prvků a dusičnanů). Důležitou podmínkou je však zamezení jejího znečištění zeminou. To riziko se zvyšuje zejména za špatného počasí. Se znečištěným krmivem se do silážované hmoty dostávají klostridie, které jsou zodpovědné za máselné kvašení a tvorbu kyseliny máselné a biogenních aminů. Proto by měl podíl nečistot činit méně než 3 % v sušině. Díky pufrujícímu účinku brání částičky zeminy rychlému okyselení siláže. Obsah netto energie laktace (NEL) v siláži se s každým procentem písku snižuje o cca 0,1 MJ na 1 kg sušiny. Aby se podíl nečistot snížil, je třeba sklízet s vyšším strništěm. Kukuřice patří mezi tzv. C4 rostliny (asimilace  $\text{CO}_2$  u nich vede k tvorbě metabolitů se čtyřmi uhlíky). U ní se v porovnání s ostatními rostlinami (C3) s narůstající intenzitou světla mnohem dynamičtěji zvyšuje fotosyntéza. Nejdříve roste pomalu, ale ke konci vegetace velmi rychle. Celkově pak má mnohem vyšší výnos než rostliny typu C3. Pro kukuřici je tedy typická vysoká rychlost a účinnost fotosyntézy, ale i efektivní využívání vody. Moderní intenzivní hybridy se vyznačují erektofilním postavením listů (čepele listů zaujímají šikmou polohu blízkou vertikální), díky němuž lépe využívají dopadající sluneční záření. Za příznivých podmínek, především vyšší intenzity slunečního svitu, vyšších teplot a vyrovnaných vláhových poměrů dosahuje v závislosti na genotypu vysokých výnosů. Samozřejmě záleží i na mnoha jiných faktorech. Jejich stanovení má zásadní význam na hodnocení hybridů, podle kterého lze vybírat ty nejvhodnější pro pěstování a jejich využití, zejména v živočišné výrobě.

Anatomická stavba palice je odrazem genetického založení i vlivu vnějších podmínek. Hybridy s fixním počtem zrn v palici mají celkový počet řad a počet zrn v palici dán geneticky, vlivem prostředí, ani pěstitelskými zásahy se nemění. Hybridy s flexibilním počtem zrn v palici jsou indikátorem podmínek, ve kterých



je kukuřice pěstována. Za nepříznivých okolností (nedostatek živin, vody, zplevelení, aj.) se palice zkracuje, ve špičce se nevytvoří zrna, navíc bývají menší.

Kukuřice je velmi rychle expandující plodinou, pracovně nenáročnou, poměrně levnou a s mnoha způsoby využitelnou produkcí. V poměrně krátké době se u ní podařilo, především díky výraznému pokroku ve šlechtitelství, významně navýšit nejen její produkční potenciál, ale i možnost pěstování v oblastech, kde to ještě před několika desítkami let nebylo ani myslitelné. K jejímu většímu rozšíření přispělo i poměrně výrazné vylepšení technologií jejího pěstování, sklizně i posklizňového zpracování. Má ale i negativní vlastnosti, především pokud jde o úrodnost půdy a erozi, hlavně ve vyšších, nebo svažitých pozemcích.

Při sklizni kukuřice na siláž je celá rostlina pomocí sklízecí řezačky pořezána na drobnou řezanku, která vytvoří homogenní směs jednotlivých částí rostlin. Vzhledem k tomu, že charakter rostliny se v průběhu vegetace mění, mění se i nutriční hodnota jednotlivých částí rostliny. Ze znalostí změn nutriční hodnoty v průběhu vegetace jsou odvozeny doporučené termíny pro sklizeň celých rostlin kukuřice na siláž, ale také jen některých jejích částí, získávají se krmiva s různou koncentrací energie. Kvalitu výsledného produktu lze ovlivnit nejen sklizní ve vhodném obsahu sušiny, ale i způsobem zpracování řezanky na řezačce (nejen její délkou) s využitím moderních technologií (corn-cracker, Shretlage) i ve skladovacích prostorách (dusání, zakrytí, ošetření konzervanty). Pokud se sklízí kukuřice na siláž ve vhodném obsahu sušiny, má siláž většinou i vyšší stravitelnost živin, vyšší obsah energie a tím i vyšší produkční účinnost (často i vyšší příjem zvířaty) než siláž o sušině 40 % a vyšší. Obdobně to platí i pro úroveň zpracování řezanky.

Kukuřice umožňuje výrobu velkého množství různých produktů, lze ji sklízet a konzervovat například následujícími způsoby:

- sklizní celých rostlin tradiční s nízkým strništěm,
- sklizní celých rostlin s vyšším strništěm (30–50 cm),
- dělenou sklizní (LKS, CCM, vlhké zrno),
- dodatečným mačkáním vlhkého zrna (krimpováním),



- dodatečným šrotováním (nahrubo) vlhkého zrna, např. řezačkou s corn-crackerem,
- skladováním celého vlhkého zrna v atmosféře oxidu uhličitého,
- ošetřením celého vlhkého zrna louhováním,
- ošetřením celého vlhkého zrna kyselinou (propionovou),
- systémem alkalage (drcené či mačkané vlhké zrno s přísádkem močoviny),
- konzervací slámy po dělené sklizni.

## II.2. Využití na siláž nebo na zrno

Při rozhodování jaký hybrid vybrat je nutné se soustředit především na účel využití. Existují dva základní užitkové směry pěstování kukuřice: na siláž a na zrno. I když využití na siláž hodně převažuje, trendem je zvyšování ploch kukuřice pěstované na zrno. Vedlejšími směry jsou využití pro produkci obnovitelných zdrojů (bioplyn, bioetanol), v potravinářství a v průmyslu.

Pro silážní hybridy je rozhodující potenciální užitkovost zvířat. Ceněny jsou především vlastnosti jako vysoký výnos stravitelných organických živin, vysoká koncentrace energie, chutnost a v době ideální fáze zralosti pro sklizeň vlhkost, která zajistí hladký průběh fermentačního procesu silážování. V současné době je jedním z hlavních kritérií pro výběr hybridu jeho stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny (SNDF), která zásadním způsobem ovlivňuje příjem sušiny u dojníc i množství nadojeného mléka. Silážní hybridy se sklízí na siláž několika způsoby: z celých rostlin, z rostlin sklizených s vyšším strništěm, z palic s listeny, z palic bez listenů.

U zrnových hybridů se vyžaduje především výnos zrna, rychlost jeho dozrávání, odolnost proti poléhání a škůdcům. V chladnějších oblastech je nutné volit velmi rané a rané hybridy s dobrou odolností vůči chladu, které poskytují jistotu dozrání. Hlavním produktem je suché zrno nebo zrno silážované při vysoké vlhkosti. Čím vyšší FAO (ranost hybridu), tím se většinou hybrid více blíží zrnovému než silážnímu a pěstuje se v teplejších oblastech.

U obnovitelných zdrojů energie je pro výrobu bioplynu cílem zajištění homogenního a vyrovnaného porostu s vysokým výnosem, ale s nižším obsahem škrobu,



cení se odolnost proti chladu, suchu, poléhání a houbovým chorobám. Sklízí se na siláž při sušině od 28 do 32 %, při vyšší sušině se zvyšuje podíl ligninu a klesá výtěžnost bioplynu, zvyšuje se riziko zaplísnění. Vhodnost pro využití pro výrobu bioplynu lze ovlivnit i technologií pěstování, např. hustějším setím, nebo hnojením. Pro produkci bioethanolu je cílem získání homogenního porostu s maximálním obsahem škrobu v zrně a dosažení co nejvyššího výnosu. Praxe však bývá odlišná, vyžaduje se vyšší výnos sušiny a škrobu. Porosty, než se sklídí, většinou zůstávají na poli až do zámrazu.

Zařazení hybridu mezi zrnové či silážní plně závisí na firmě, která ho na trhu nabízí a dává do Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ) k testaci užitné hodnoty. ÚKZÚZ již jen testuje dle svých metodik a zařazení nemění. V tom je v jejich systému slabina. ÚKZÚZ hybridy pro využití na bioplyn netestuje. V propagačních materiálech některých osivářských firem jsou někdy hybridy vhodné k pěstování na zrno zároveň nabízeny pro výrobu siláže. Uživatel pak většinou nekupuje silážní hybrid, ale hybrid zrnový, sklizený v době na siláž při sušině 30–33 %. Zdá se to být nepodstatné, avšak z hlediska stravitelnosti NDF to podstatné je. Argumentem osivářů je často pěstování a sklizeň s ohledem na počasí. Pokud je počasí příznivé, lze tzv. silážní hybrid sklídit i na zrno, pokud počasí příznivé není, lze tzv. zrnový hybrid sklídit dřívě, tedy na siláž. Je to ale pouhý mýtus. Zrnové hybridy se vyznačují vyšší lignifikací vlákniny ve zbytku rostliny, navíc stravitelnost vlákniny u nich bývá někdy i výrazně nižší, než se uvádí. Dobré zrnové hybridy mohou být sice sklizeny i na siláž (ale ne v pozdější fázi z důvodu špatného vývoje počasí), avšak silážní hybridy nejsou vhodné pro pěstování na zrno.

To, že existuje tolik různých hybridů s tolika různými vlastnostmi, může být velkou výhodou. Vhodným výběrem tak lze na dané půdní a klimatické podmínky poměrně přesně „napasovat“ několik hybridů tak, aby postupně dozrávaly a tím umožnily kontinuální sklizeň v optimální vegetační fázi, hlavně u velkých zemědělských podniků s vysokou koncentrací zvířat. Výběrem několika hybridů je však možné také snížit riziko špatného vývoje počasí například v době kvetení nebo sklizně.



Je ale nutné dodat, že rozšíření doby sklizně či snížení rizika výnosu a kvality lze dosáhnout nejen výběrem hybridů, ale i výběrem pozemků s různou inklinací (úhlem a směrem sklonu) a různou půdní charakteristikou, intenzitou hnojení (vyšší dávky dusíku prodlužují dobu vegetace a oddalují zrání), termínem a hustotou setí, ochranou proti chorobám, hubením plevelů a škůdců.

Kukuřice je plodinou, která 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. Většina zemědělců to ví, proto raději neriskuje a nakoupí několik hybridů, případně jeden hybrid ošetří více způsoby. Proto nelze zavrňovat jednu variantu, ani striktně upřednostňovat jinou. Naopak je třeba maximálně těžit z toho, že existuje mnoho různých hybridů s různými vlastnostmi, a že existuje mnoho různých způsobů agrotechnických zásahů, kterými lze dobu dozrávání, výnos i živinovou charakteristiku někdy až výrazně ovlivnit. Z těchto důvodů je třeba doporučit tyto ukazatele sledovat v rámci podniku, případně regionu se stejnými podmínkami. Z toho všeho se odvíjí i strategie výběru hybridů v daném podniku. Jak již bylo výše uvedeno, kdo se bojí rizika, většinou zaseje několik odlišných hybridů s tím, že alespoň některý z nich tzv. vyjde. Výsledek je pak vždy pouze průměrný. Jiná strategie je v postupném dozrávání tak, aby byla kukuřice v době sklizně v optimálním stádiu. Existuje také strategie výživářů, kteří kombinují hybridy s vyšší a nižší degradovatelností škrobu v bacheru a dalších částech zaživacího traktu přežvýkavců.

Dříve nebo později se k nám dostanou nové typy hybridů, se kterými se můžete setkat již v USA. Od hybridů běžného typu se z hlediska anatomické stavby a fyziologických vlastností výrazně odlišují hybridy nízkoligninové a listové. Nízkoligninové BMR (Brown MidRib) silážní hybridy kukuřice se dobře poznají podle hnědého žebra na spodní straně listů. Vyznačují se vyšší stravitelností zbytku rostliny, protože mají výrazně nižší podíl ligninu (až o 40 %) ve srovnání s klasickými silážními hybridy. Vzhledem k tomu, že lignin je nestravitelnou složkou buněčných stěn, jeho nižší obsah může znamenat zvýšení příjmu a stravitelnosti



krmiva a tím i zvýšení přírůstků či mléčné užitkovosti. BMR hybridy však mají nižší výnosy (zhruba o 20 % nižší než běžné hybridy, i když celkový výnos stravitelné NDF se blíží výnosu běžných hybridů), často i výrazně horší agronomické vlastnosti - sníženou odolnost k poléhání, vyšší náchylnost k chorobám, škůdcům, nižší odolnost chladu a suchu. Šlechtění ale intenzivně pokračuje.

Porovnání klasických hybridů s hybridy nízkoligninovými BMR pomohlo lepšímu porozumění vzájemných souvislostí při studiu změn NDF u jednotlivých hybridů v průběhu vegetace a vlivu různých vnitřních i vnějších faktorů. Dosažené výsledky jsou slibné, ale stále ještě ne tak úspěšné, aby byly hybridy BMR více využívány v Evropě. U kukuřice je tzv. BM fenotyp sice spojen se zvýšenou stravitelností, ale za cenu výrazného snížení výnosu nejen zrna, ale i zelené hmoty (Kung a kol, 2008). V několika pokusech však bylo prokázáno, že mají-li dojnice v krmné dávce kukuřičné siláže vyrobené z hybridů BMR, jejich produkce i kvalita mléka je významně vyšší, než když jsou BMR hybridy v siláži nahrazeny běžnými hybridy. Svědčí o tom několik publikací Ballard a kol. (2001), Ebling a Kung (2004), Qiu a kol. (2003), Sattler a Scott (2010).

V ukazateli produkce mléka na tunu sušiny jsou BMR hybridy nejlepší ze všech, listové hybridy (Leafy, Mud Corn) jsou na úrovni normálních. Zatímco v ukazateli produkce mléka na hektar jsou BMR hybridy nejhorší, listové hybridy jsou nejlepší. Listové hybridy mají sice vyšší výnos hmoty, ale obsahují málo škrobu, tak výnos mléka z jedné tuny siláže bývá opět na úrovni normálních hybridů. Na americkém trhu se množí také tzv. tropická kukuřice, která je také charakteristická nízkým obsahem škrobu, ale vysokým výnosem, využívá se ke krmení jalovic a v bioplynových stanicích.

V souvislosti s účelem pěstování nelze zapomenout ani na konvariety šlechtěné a pěstované především pro potravinářské (cukrová a pukancová) a průmyslové využití (škrobnatá, škrobocukrová, pluchatá, vosková). Kukuřičné konvariety s vysokým obsahem škrobu se dále šlechtí na základě poznatků o struktuře a vlastnostech komponentů škrobu, tj. amylozy (amylo-maize) a amylopektinu (waxy-maize). Amylóza je stále více využívána k výrobě obalových materiá-



lů pro potraviny. Škrob v kukuřici voskové je téměř ze sta procent zastoupený amylopektinem. Na trhu se lze již také setkat s hybridy s vysokým obsahem tuku (high-oil), případně se zvýšeným obsahem esenciálních aminokyselin lyzinu a tryptofanu (high-lysine). Pro potravinářské účely je velkou výhodou zrna kukuřice, že neobsahuje lepek, využívá se tedy pro bezlepkové diety.

### 11.3. Odlišný pohled agronoma a zootechnika

Jiný pohled na výběr vhodných hybridů bude mít agronom, jiný zootechnik. Agronomovi půjde především o výnos zelené hmoty, stupeň zralosti v době sklizně, zařazení do osevního postupu, cenu a dostupnost osiva, nároky na agrotechniku a vybavení vhodnou technikou, a mnoho dalších faktorů, k nimž patří zejména genotypové vlastnosti hybridu, jako je typ dozrávání zrna a zbytku rostliny, typ endospermu zrna, ozrnění palic, odolnost vůči poléhání, lámavosti, suchu, chladu, škůdcům a nemocem. Protože hybrid je vlastně kříženec, může být pro agronoma významný i způsob jeho šlechtění. Vzhledově nejvyrovnanější jsou hybridy dvouliniové (Sc, single cross), vykazují zároveň vysoký heterozní efekt. Tříliniové hybridy (Tc, three-way cross) mohou být fenotypově méně vyrovnané. Dvojitě hybridy tříliniové (Dc, double cross) bývají sice ještě méně vyrovnané a mají nižší heterozní efekt, ale zároveň jsou adaptabilnější a výnosově stabilnější. U tzv. modifikovaných hybridů se ke křížení používají linie odvozené od stejného původu, tzv. sesterské (MSc, MTc).

Zootechnika bude hlavně zajímat jak krmivo zařadit do krmné dávky zvířat, resp. kolik vyrobeného krmiva dojnice je schopna přijmout a kolik vyprodukuje mléka. Pro zootechnika ani není tak důležitý výnos kukuřice, jako koncentrace energie ve vyrobené siláži. Velikost bacheru u dojníc je poměrně konstantní a proto pokud chce zootechnik zvýšit užítkovost, musí zvýšit koncentraci energie v krmivu. Koncentraci energie v siláži lze zvýšit výběrem hybridů s vyšším obsahem degradovatelného škrobu a hlavně vyšší stravitelností NDF. Delším skladováním v silážním žlabu lze zvýšit stravitelnost škrobu, nikoliv však NDF. Pokud chceme dále zvýšit koncentraci energie siláže, musíme zvýšit strniště, tím snížíme



podíl zbytku rostliny (oproti zrnu má nižší obsah energie) a docílíme vyšší příjem energie. Je jasné, že zvířatům je celkem jedno, jestli bude siláž vyrobena například z raného nebo pozdnějšího hybridu, nebo jaký v ní bude podíl zrna a zbytku rostliny, pro zvířata je důležité kolik bude v siláži živin, v jakém budou živiny poměru a jakou budou mít stravitelnost nebo degradovatelnost, případně jaká bude hygienická kvalita siláže, jestli v ní nebudou nežádoucí látky a jestli se nebude rychle kazit.

Agronoma i zootechnika by mělo zajímat, z jakých údajů při výběru hybridů vycházejí, zda z obecně proklamovaných, či skutečně naměřených. Dále by pro ně měla být důležitá reprezentativnost hodnocených vzorků, tedy z jakých výsledků výnosů a kvality, z kolika let a stanovišť, včetně možných chyb či odlišností použitých metod hodnocení. O kukuřici je známo, že u ní existuje velká variabilita způsobená genetickými i negenetickými vlivy. Proto se u ní doporučuje vyhodnocovat tzv. opakovatelnost. Kvalitativní parametry (např. obsah NDF, či stravitelnost NDF) jsou více opakovatelné než výnos, ten se odhaduje mnohem obtížněji, je mnohem více ovlivněn např. počasím nebo stanovištěm. Výběr hybridů podle jejich vlastností je sice velmi důležitý, ale je to jen jedna část celého komplexu úkonů, které je třeba udělat, aby byly uspokojeny požadavky zvířat na množství a kvalitu krmiv.

Podle Lauera (2008) je u kukuřice 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 %), tak jeho kvalitě vyjádřené stravitelností NDF (40–70 %), tak v obsahu škrobu (13–43 %) a stravitelnosti škrobu (80–98 %). Průměrné rozdíly mezi nejlepšími a nejhoršími hybridy byly ve výnosu 6,9 tun sušiny na hektar, potenciální produkce mléka na tunu sušiny 238 kg, a potenciální produkce mléka na hektar 12 900 kg. Kdo dokáže stanovit, nebo alespoň správně odhadnout, jaké bude mít ten který hybrid parametry, může na tom hodně vydělat. I nejlepší laboratorní rozbor nemůže podat přesnou informaci o tom, jaká bude produkční účinnost krmiva. Vše jsou jen odhady. Konečnou laboratoří jsou vždy jen zvířata se svými individuálními



zvláštnostmi. Rozdíl mezi laboratorním zjištěním kvality krmiva a jeho hodnocením zvířetem bývá občas dost odlišný.

Každý z dodavatelů osiva hybridů preferuje pro doporučení „svých“ materiálů, různé způsoby hodnocení (různé laboratorní techniky ke kvantifikaci sledovaných ukazatelů) jejichž kvalitativní výživářské doporučení vzniklo někdy odlišnými analytickými přístupy. V našich pokusech jsme zjistili, že hodně záleží na tom, jak, na jakém přístroji a jaké hodnoty se stanovují. Statisticky významné rozdíly byly např. mezi analýzami stravitelnosti na přístrojích NIRs (ÚKZÚZ a USA) a analýzami metodou *in sacco*, ale rozdíly byly i při použití rozdílné doby inkubace 24, 30 nebo 48 hodin, a tedy i následně podle jakého stanovení stravitelnosti bylo hodnocení přístrojem NIRs kalibrováno.

Pro účely šlechtění kukuřice se například používá kalibrace z výsledků stravitelnosti po inkubaci 48 hodin, ale pro účely stanovení krmné hodnoty kalibrace 24 hodin. Problém může být i v tom, že kvalita kukuřičných siláží se hodnotí podle systému, který neodpovídá současným poznatkům. K výpočtu energetické hodnoty se totiž běžně používají tabulkové hodnoty stravitelnosti vlákniny (Zeman a kol., 1995), výslednou hodnotu tak ovlivňuje jen obsah živin, protože stravitelnost zůstává konstantní. Navíc tabulkové hodnoty jsou hodně zastaralé. Od té doby se hodně změnila skladba hybridů, jejich vlastnosti, ale i technologické podmínky pěstování kukuřice a její konzervace. U současných hybridů kukuřice, které má zemědělská veřejnost k dispozici, pak uniformní výsledky nezohledňují kvalitu vlákniny, vyjádřenou její stravitelností.

Při hodnocení výsledků našich pokusů s kukuřičnými hybridy v průběhu mnoha let se ukázalo, že hlavními ukazateli kvality hybridů, podle kterých je možné stanovit významné rozdíly mezi hybridy, jsou obsah sušiny, obsah NDF a škrobu v sušině a stravitelnost NDF. Ostatní ukazatele, např. obsahy hrubých dusíkatých látek, cukru, hrubé vlákniny, tuku, popelovin mají nízkou variabilitu a na konečném vyjádření energetické hodnoty siláží podílejí jen z velmi malé části. Proto hlavními ukazateli, kterých si je třeba při hodnocení nutričních ukazatelů hybridů všimnout, je obsah sušiny sklizené kukuřice (hodnocené rostliny musí být



sklízeny ve stejné fenofázi růstu), dále obsah NDF a škrobu v sušině a stravitelnost NDF.

Výběr hybridu kukuřice patří mezi jedno z nejdůležitějších opatření. Rozhoduje o množství vyrobeného krmiva a kvalitě nejen výsledného produktu (siláže, zrna), ale i jeho další využitelnosti. Každý hybrid je jiný, každý může jinak reagovat na změny počasí a agrotechnické zásahy. Každý hybrid má nějaké klady a nějaké zápory, co je pro jednoho farmáře kladem, může být pro druhého zápor. Proto je velmi důležité informovat zemědělskou veřejnost velmi podrobně o vlastnostech hybridů, ale i o tom, jak tyto vlastnosti hodnotit a porovnávat. Proto je velmi důležité tyto vlastnosti důkladně poznávat.

Současná doba je charakteristická nabídkou obrovského množství nových hybridů s velkou variabilitou vlastností, ale i rychlou obměnou nabízeného sortimentu. Nabízené hybridy na trhu často vydrží jen několik málo let a hned jsou nahrazeny jinými. Na trhu jsou však také hybridy, které jsou nabízeny až deset let. Do oběhu se dostávají hybridy registrované ÚKZÚZ. V případě odrůd registrovaných v ČR je významné, že informace o projevech jejich vlastností je výsledkem registračních zkoušek v půdně-klimatických podmínkách ČR. Občas jsou totiž v nabídce prodejců osiv také informace ze zkoušek v jiných zemích. Ty mohou být odlišné, zvláště pokud jde o projev ranosti označený číslem FAO nebo zařazení hybridu mezi zrnové a silážní. Hybrid je v ÚKZÚZ registrován, vykazuje-li tzv. užitnou hodnotu, tedy představuje-li souhrnem svých vlastností ve srovnání s kontrolními registrovanými odrůdami alespoň v některé pěstitelské oblasti zřejmý přínos pro pěstování nebo pro její využití anebo pro produkty od ní odvozené. Vykazuje-li odrůda některé vynikající vlastnosti, může být od jednotlivých horších vlastností odhlédnuto.

Informace, které ÚKZÚZ o testovaných hybridech poskytuje, jsou důležité zejména pro agronomy. Více se klade důraz na výnos, u kvalitativních ukazatelů na stravitelnost organické hmoty a navíc při inkubaci 48 hodin, což je test pro potenciální schopnosti hybridu a ne pro využití ve výživě přežvýkavců, u nich jsou požadovány výsledky získané při inkubaci 24 nebo 30 hodin.



Srovnávací pokusy dělají i osivářské firmy, jejich metody hodnocení se však někdy i výrazně liší. Zemědělská praxe je však stále náročnější, potřebuje informace využitelné i pro potřeby živočišné výroby. Zavedení jednotného systému hodnocení hybridů kukuřic s vyšším důrazem na potřeby živočišné výroby požadovali farmáři prostřednictvím Svazu chovatelů českého strakatého skotu, z.s. Projekt je realizován zejména na základě jejich požadavků.

Při zvyšování mléčné užitkovosti u vysokoprodukčních dojnic je výběr silážních hybridů limitující především z hlediska příjmu sušiny a koncentrace energie vyrobené kukuřičné siláže. Každý hybrid je jiný. V nabídce osivářských firem jsou hybridy různých vlastností, které jsou určeny pro různé účely využití. V současnosti jsou nabízeny kukuřičné hybridy pro výrobu kukuřičného zrna, pro výrobu siláže ke krmnému účelu – výroby mléka, nebo pro výrobu bioplynu. Z tohoto důvodu je vhodné vybírat hybridy především podle účelu využití. Tomu musí i odpovídat způsob hodnocení sledovaných ukazatelů.

Doporučuje se zohledňovat jen ty vlastnosti, které potřebujeme. I když jsou individuální vlastnosti hybridu uvedeny v přehledu až na posledním místě, často bývají jedním z hlavních kritérií výběru i za cenu dražšího osiva a vyšší náročnosti managementu.

#### II.4. Stravitelnost NDF

Stravitelnost celkové vlákniny resp. NDF je ovlivněna genotypem hybridu a interakcí s pěstitelskými podmínkami (fenotypové podmínky), termínem a technikou sklizně, fermentačním procesem a typem uskladnění siláže. Uvedené faktory mohou stravitelnost obou základních zdrojů energie, tedy škrobu a NDF, zásadně ovlivnit.

Nejvyšší opakovatelnost z kvalitativních znaků hybridů kukuřice (cca 72 %) má stravitelnost NDF. V poslední době je tento fenomén nejčastěji skloňovaným v souvislosti s výběrem hybridů pro pěstování na siláž. Hlavním důvodem je zjištění, že zvyšování stravitelnosti NDF není geneticky vázáno na zvyšování podílu zrna. Podíl zrna se totiž již blíží k biologickému maximu a tak šlechtitelská práce v tomto směru ztrácí na efektu.

Dalším, neméně významným důvodem vysokého významu sledování stravitelnosti NDF jsou výsledky výzkumu Oba a Allena (1999) a dalších, že zvýšením stravitelnosti NDF o 1 % lze u dojnice zvýšit za jeden den produkci mléka zhruba o čtvrt litru (vyjádřeno v jednotce FCM pro převod na 4% tučnost), případně příjem krmiva zvýšit o 0,168 g sušiny. Na základě tohoto zjištění lze velmi jednoduše a rychle odhadnout nárůst užitkovosti (a současně i zvýšení příjmu sušiny siláže) podle rozdílu stravitelnosti NDF mezi dvěma hybridy. Vedle zvýšení efektivity výroby mléka nelze pominout také benefit v podobě snížení rizika metabolických poruch v souvislosti s vyšším podílem stravitelné energie ve formě vlákniny, oproti energii z jaderných krmiv.

V závislosti na genotypu má kukuřice velký rozptyl stravitelností, podle Lauera (2008) se u siláží kukuřice stravitelnost NDF pohybuje mezi 40 a 70 %. I v našich pokusech v letech 2006 až 2012 byl zjištěn u 597 hybridů 19% rozdíl ve stravitelnosti NDF (40,2–59,1 %). Tento rozdíl odpovídá 4,7 litrům mléka. V letech 2013 a 2014 byly v Troubsku a Uhřetěvsi stanoveny hodnoty stravitelnosti  $54,4 \pm 7,4$  %, tedy zhruba 15% rozdíl, což odpovídá zvýšení denní užitkovosti o 3,7 l FCM mléka navíc. Nižší hodnoty směrodatné odchylky byly získány i díky tomu, že se většina hybridů pěstovala na obou stanovištích v obou letech. Přesto lze říci, že i v těchto pokusech byly rozdíly mezi hybridy poměrně velké.

Hodnocení stravitelnosti NDF je základem systému MILK 2006, podle kterého lze predikovat množství mléka na tunu silážní kukuřice i na hektar. Systém MILK 2006 se stal standardem pro hodnocení kukuřičných hybridů. Nejvíce jsou pak ceněny hybridy s vysokým potenciálem produkce mléka z 1 tuny sušiny siláže, ale také zároveň s vysokou produkcí mléka z ha.

Výrazně vyšší stravitelnost NDF poskytují hybridy typu BMR v důsledku významně nižšího obsahu ligninu. Zatímco v USA jsou tyto hybridy běžnou součástí nabídky osiv, v ČR se zatím nepěstují. Důvodem je také to, že vysoká stravitelnost NDF u těchto hybridů (cca 70 %) ve srovnání s běžnými hybridy (cca 60 %) je vykoupená zvýšenou lámavostí stébel, což zhoršuje zdravotní stav porostu a tím i výnos.



Stravitelnost NDF lze získat chemickými analýzami metodami *in vivo*, *in sacco* a *in vitro*, což je časově i finančně náročné. Podle stanovení *in vitro* se kalibrují spektroskopické přístroje NIRS, celé spektrum organických živin i stravitelnost NDF je pomocí NIRS možné levně stanovit během několika minut. Tím se otevřely obrovské možnosti v hodnocení hybridů, a nejen jich.

Existují ale spory o tom, jakou dobu inkubace využít ke kalibraci NIRS. Ustálily se 3 časy inkubace – 24, 30 a 48 hodin. Při šlechtitelské práci se používá 48 hodin z důvodu menší variability, výsledná hodnota představuje hlavně zjištění skutečného potenciálu hybridu. Doba inkubace 48 hodin je rozdílná z fyziologického hlediska oproti době trávení potravy v bachoru zvířete, což bývá v průměru 24 hodin. Kalibrace na 24 hodin se zatím nedaří prosadit z důvodu velké variability výsledků.

## II.5. Obsah a degradovatelnost škrobu

Obsah a degradovatelnost škrobu ovlivňuje mnoho faktorů. Všechny faktory, které snižují intenzitu fotosyntézy, jsou příčinou menšího nalévání zrna a nižšího hromadění škrobu. Na začátku nalévání zrna je vyšší zastoupení rozpustných cukrů a méně škrobu, naopak ve zralém zrně převažuje obsah škrobu. S pokračující zralostí zrna klesá degradovatelnost škrobu. Během skladování se v zrně zvyšuje obsah redukujících cukrů a snižuje obsah cukrů neredukujících. Při špatných skladovacích podmínkách klesá obsah celkových cukrů.

Zvyšující se podíl zrna v průběhu dozrávání stáří z hlediska obsahu živin a jejich stravitelnosti kukuřici do úplně jiné pozice než ostatní u nás pěstované plodiny. Zatímco u jiných plodin ideální silážní (sklizňová) zralost nastane ještě před maximálním výnosem (protože je v rostlině dostatek vodorozpustných cukrů), u kukuřice to platí jen pro stonek a listy. Sklizňová zralost se většinou určuje podle stavu zrna a sušiny celých rostlin. Ideální doba sklizně se uvádí pro klasické hybridy (s vyloučením Stay-green) při dosažení 2/3 mléčné linie zrna. Pokud se na bázi zrna objeví černá skvrna, je vhodnější hybrid sklídit na zrno než na siláž. Kukuřičný škrob není zdrojem energie pro mléčné bakterie (mléčné bakterie fer-



mentují pouze jednoduché cukry) při silážování, ale je hlavním zdrojem energie pro bachorovou mikroflóru. Během uskladnění v silážním prostoru dochází vlivem doby uskladnění ke kyselé hydrolyze škrobu vlivem pH siláže. Nedegradovaný škrob v bachoru je donátorem glukózy pro energetický metabolismus dojnice, což má velký význam u vysokoprodukčních dojníc.

Při nadměrném množství škrobu v krmné dávce, nebo nedostatečném mechanickém narušení zrna je škrob vylučován výkaly. Fyziologická hodnota obsahu škrobu ve výkalech je do 2 % a jeho stanovení je výborným ukazatelem využití škrobu z krmné dávky. Je také indikátorem špatné technologie sklizně, např. pozdní sklizeň, delší řezanka, špatné nastavení corn-crackeru (zrno není mechanicky narušené). Správné nastavení corn-crackeru je pro stravitelnost zrna zásadní, čím více je zrno rozmělněné, tím je u něj stravitelnost škrobu vyšší.

Stravitelnost škrobu je závislá také na stavbě zrna. Rozlišují se dva základní typy flint a dent, mezi nimi je několik mezitypů. Oba typy obsahují sklovitý i moučnatý endosperm, liší se jejich podílem, prostorovým rozmístěním a vyplněním prostoru mezi škrobovými zrny. Prostor je zcela nebo částečně vyplněn proteinem s názvem prolamin (zein). Zrno flint s převládajícím sklovitým endospermem je více využíváno u hybridů silážních. Prostor mezi škrobovými zrny je z velké části nebo zcela vyplněn prolamínem. U zrna dent (koňský zub) převažuje moučnatý endosperm, prostor mezi škrobovými zrny je z velké části prázdný. Moučnatý endosperm vyplňuje z velké části především střed zrna až k jeho vrcholu. Tím ale dochází u hybridů typu dent k rychlejšímu vysychání zrna než u typu flint, což se projevuje s postupujícím zráním zvětšující se prohlubní na vrcholu zrna. U zrnových hybridů je tato vlastnost ceněna z důvodu nižší spotřeby energie při sušení zrna.

Mezi typy zrna je ale podstatný rozdíl v rychlosti degradace škrobu v bachoru a ve střevě skotu. Moučnatý endosperm je degradován v bachoru. Zvýší se sice množství těkavých mastných kyselin a tím i energie v bachoru, ale zároveň se zvýší riziko acidóz. Sklovitý endosperm je zase degradovatelnější ve střevě. U zrnových hybridů typu dent byla experimentálně zjištěna stravitelnost škrobu



v bacheru 62 % a ve střevě 48 %, u typu flint tomu bylo téměř opačně, v bacheru 46 % a ve střevě 65 %. To je způsobeno tím, že tvrdý endosperm zrna typu flint nejprve musí v zažívacím traktu změkknout, teprve potom je stráven. Celková degradovatelnost škrobu se pak pohybuje mezi 80 a 98 %, při obsahu škrobu v celé rostlině 13–43 %. Celkovou degradovatelnost škrobu v bacheru ovlivňuje jen jeho kvalita ovlivněná obsahem prolinu, dále stupněm mechanického narušení při sklizni, ale také množstvím škrobu v krmné dávce. Musíme mít na paměti, že se zvyšující se užítkovostí dojnic dochází ke zrychlení průtoku obsahu v zažívacím traktu a tím se zkracuje doba pro enzymatický rozklad škrobu na glukózu. Situaci navíc komplikuje to, že kukuřičný škrob v bacheru má tři frakce, frakce A je rychle a vysoce degradovatelná v bacheru (je zdrojem acidóz), frakce B je degradovatelná pomaleji, a frakce C je prakticky nedegradovatelná. Je-li v krmné dávce přežvýkavců více než 25 % rychle rozpustného škrobu nebo cukru, lze již předpokládat vznik acidóz. Některé hybridy kukuřice mají podstatně vyšší obsah frakce A než jiné. Informace o tom, jaké daný hybrid obsahuje frakce škrobu, ale prakticky neexistují. Odhaduje se, že téměř tři čtvrtiny kukuřičných siláží je acidogenních. Větší riziko vzniku acidóz u dojnic bývá u siláží s nižší sušinou. Situaci lze řešit buď využitím hybridů různého mezitypu, nebo setím rozdílných hybridů systémem DUO, tedy se střídavými řádky.

Důležitější pro volbu hybridu k silážování však je fakt, že zrnové hybridy se zrnem typu dent mají poměrně úzké sklizňové okno, což je při silážování poměrně velká nevýhoda. Zrno typu dent rychle dozrává, tudíž je často nutné kukuřici tohoto typu začít sklízet již v době, kdy sušina celé rostliny dosahuje úrovně 28, maximálně 30 %. Nižší sušina může způsobovat problémy s vyšší kyselostí siláže a odtokem silážních tekutin, sušina vyšší než 35 % přináší velké problémy s vytěsněním vzduchu a s tím spojenými ztrátami sušiny, výskytem plísní a zhoršenou aerobní stabilitou.

## II.6. Chutnost

Testování chutnosti hybridu vyžaduje pokusy přímo se zvířaty, které jsou dost drahé. Dělalí se jen v ojedinělých případech. Lze však poměrně snadno vysto-



povat, které hybridy chutnají divokým prasatům. Toho se například využívá k ochraně porostů před nimi. Kolem užitečných porostů kukuřice se naseje hybrid, který divoká prasata upřednostňují. Není to ale tak jednoduché, jak se na první pohled zdá, hrají v tom roli i jiné faktory. Dost záleží například na obsahu cukru v rostlinách právě v období, kdy divoká prasata porost navštíví. Nicméně v nekončícím „boji“ s divokými prasaty v kukuřici je to jedna z metod. V našich pokusech prasatům nejvíce chutnaly hybridy Assano a Lidano.

## II.7. Silážovatelnost

Kukuřice patří k nejdůležitějším krmným plodinám. Její hodnocení z hlediska krmivářského podle výživné hodnoty je velmi důležité. Výživná hodnota siláže může významně ovlivnit kvalitu krmných dávek hospodářských zvířat a následně i množství a kvalitu mléka, masa a jiných živočišných produktů. Výživnou hodnotu siláže může významně ovlivnit zvolený hybrid. V současné době je základem pro hodnocení hybridů nejen výnos sušiny, obsah jednotlivých živin, ale i jejich stravitelnost a schopnost tyto živiny uchovat během skladování, bez indikace sekundárních metabolitů (mykotoxiny, biogenní aminy). Na tyto faktory mají vliv půdní a klimatické podmínky, hnojení, volba hybridu, termín a způsob sklizně i způsob konzervace a uskladnění. Silážovatelnost hybridů kukuřice je dána především obsahem sušiny, vodorozpustných sacharidů v sušině a pufrační kapacitou.

Jak již bylo v první kapitole uvedeno, kukuřice je snadno silážovatelná při dodržení základních podmínek, protože obsahuje dostatek vodorozpustných sacharidů a má nízkou pufrační kapacitu. Musí být sklizena ve vhodné vegetační fázi, dobře při sklizni řezačkou zpracována a uskladněna dle všeobecně známých podmínek. Nejdůležitější je vytěsnění vzduchu důkladným dusáním, čímž se zkrátí aerobní fáze fermentačního procesu. Důsledným zakrytím silážního prostoru a utěsněním se zabrání opětovnému vnikání vzduchu dovnitř silážované hmoty. Během stárnutí porostu dochází k transformaci cukrů na škrob – se zvyšujícím se obsahem škrobu dochází ke snížení cukrů v rostlině a tím se snižuje silá-



žovatelnost kukuřice. Silážovatelnost nezávisle na hybridu může být negativně ovlivněna mnoha faktory, z nichž nejčastější jsou vyšší obsah pufrujících látek při sklizni po dešti a stále se prohlubující deficit vhodné epifytní mikroflóry na povrchu rostlin.

S dobou skladování silážní kukuřice v silážním žlabu se v ní zvyšuje stravitelnost škrobu. Nárůst stravitelnosti škrobu s dobou skladování je dáván do souvislosti s jarními acidózami u dojnic. Způsobuje to mazovatení škrobu a obsah prolaminu. Protože hybridy typu flint obsahují vyšší podíl prolaminu, degradace škrobu u nich není tak intenzivní jako u hybridů se zrnem typu dent.

## II.8. Ranost

Ranost je schopnost rychle dosáhnout sklizňové zralosti, u hybridů kukuřice může být vyjádřena číslem FAO. Číslo FAO je ale jen orientačním ukazatelem. U silážních hybridů se vyvozuje na základě středního obsahu sušiny v celé rostlině v době optimální zralosti na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy. U zrnových hybridů se vychází ze sušiny palice. Rozdíl o deset čísel FAO odpovídá jednomu procentu sušiny, což obvykle znamená posun ve sklizňové zralosti o jeden až dva dny.

Protože v ÚKZÚZ se ve zkouškách využívají jako standardní jiné hybridy na siláž a na zrno (navíc u zrnových hybridů se vyvozuje FAO ze sušiny palice), může být jeden hybrid prezentován s rozdílnými čísly FAO. Číslo FAO bývá většinou nižší u hybridu zařazeného na využití pro produkci zrna než u hybridu na siláž. Nemusí tomu tak být vždy, objevily se i opačné případy. Zařazení do sortimentu ranosti může být v každém státě jiné. Hybrid s číslem FAO 280 může mít v Rakousku FAO 300 a v Maďarsku 340.

Doporučené zařazení do sortimentu ranosti je uvedeno v tabulce 1. Velmi rané hybridy jsou schopny dosáhnout sklizňové zralosti za 120 dnů, středně pozdní za 130 dnů. S vyšším FAO jsou hybridy středně pozdní. Pro bramborářskou a výše položenou oblast se doporučují pro silážní využití hybridy velmi rané až rané s číslem FAO do 260. Pro řepařské a kukuřičné oblasti se doporučují hybridy



s číslem FAO nad 260. Záleží však i na půdních a klimatických podmínkách stanoviště.

Pro výběr vhodně raného hybridu na konkrétní lokalitu je nutné zohlednit délku vegetačního období. Pro tyto účely je vhodné využít ukazatel sumy efektivních teplot (SET), která se získá součtem denních efektivních teplot. SET je u hybridů geneticky zafixována. Některé osivářské firmy ji u svých hybridů uvádějí. Výpočet se provádí sčítáním denních středních teplot, od kterých je odečtena fyziologická minimální teplota 6 °C. Na základě znalosti teplotního úhrnu pro optimální stadium zralosti je možné sestavit poměrně přesnou prognózu doby sklizně silážní kukuřice pro určitou oblast a stanoviště.

**Tabulka 1: Zařazení silážních hybridů do sortimentu ranosti**

<b>Sortiment ranosti</b>	<b>Číslo FAO hybridu na zrno</b>	<b>Číslo FAO hybridu na siláž</b>	<b>Běžná suma efektivních teplot (°C)</b>
Velmi raný (VR)	do 250	do 220	do 1460
Raný (R)	250–300	220–260	1440–1530
Středně raný (SR)	300–350	260–300	1500–1600
Středně pozdní (SP)	nad 350	nad 300	nad 1580

Poznámka: údaje o čísle FAO jsou z ÚKZÚZ, údaje o SET jsou odvozené z literatury

Ranější hybridy nebývají tolik postihovány letními přísušky a snáze dosahují požadovaného stupně zralosti. Jsou však méně výnosné než pozdnější. Na větších plochách je vhodné používat alespoň tři různě rané hybridy, u menších pěstitelů postačí kombinace dvou hybridů s různou raností. Posun sklizňové zralosti při použití jednoho hybridu lze dosáhnout také volbou pozemku s různou expozicí, výhřevností půdy a intenzitou dusíkatého hnojení – vyšší dávky N oddalují zrání. Zkušenosti ukazují, že v období ke konci zrání kukuřice, tedy mezi zralostí charakterizovanou mléčnou linií v polovině zrna a zralostí plnou, roste sušina celé rostliny zhruba o půl procenta. Když tedy farmář zjistí, že sušina rostliny je například 30 %, měl by ukončit sklizeň zhruba do deseti dnů, jinak by sušina mohla přesáhnout 35 % a na zrnech se objeví černá skvrna. Když bude v tu dobu su-



cho, nástup plné zralosti se urychlí. Obdobně, když bude deštivé a vlhké počasí, plná zralost může přijít i o několik dnů později. Sušinu rostlin může samozřejmě ovlivnit i počasí v době sklizně. Začne-li během sklizně pršet, sušina rostlin se může i o několik procent snížit. Zralost zrna však zůstane stejná. Ta je pro celkový výnos stravitelných živin i kvalitu fermentace rozhodující.

## II.9. Rychlost dozrávání rostlin

Rychlost dozrávání rostlin je dána jejich anatomickou stavbou a fyziologickými vlastnostmi zrna i zbytku rostliny. Stay-green hybridy se vyznačují dlouho zelenými rostlinami, které zůstávají fotosynteticky aktivní až do sklizňové zralosti. Jejich předností je kontinuální tvorba škrobu, vyšší výnos zrna, odolnost houbovým chorobám skupiny Fusarium, pevnější stéblo, delší časový úsek pro sklizeň. Tyto pomalu dozrávající hybridy jsou vhodné pro pěstování v oblastech s delším vegetačním obdobím a na lehčích půdách. V teplotně méně příznivých oblastech však hrozí nebezpečí, že nebude dosaženo potřebné sklizňové sušiny. Pomalé dozrávání zbytku rostliny umožňuje určitou flexibilitu sklizně, to znamená sklizeň s menší závislostí na počasí a dostupnosti sklizňové techniky.

Je však třeba konstatovat, že stay-green hybridy mají při srovnatelné sušině zbytku rostliny zpravidla vyšší sušinu zrna, z čehož plyne vyšší celková sušina než u siláže z tradičních nebo přechodných hybridů. Sklízí se tedy většinou při celkové vyšší sušině kolem 35 %. Při této sušině je však obtížné dobře vytěsnit z řezanky vzduch a proto je nezbytnou podmínkou zkrátit řezanku pod 15 mm a narušit zrno corn-crackerem. Při celkové nízké sušině pod 30 % dochází k nežádoucímu narušení zbytku rostliny (ztrátě struktury), čímž se zvýší riziko uvolňování a odtoku silážních tekutin. Je třeba si uvědomit, že při sušině celé rostliny 30 % může mít zbytek rostliny sušinu 20 %. Z těchto důvodů je třeba změnit u těchto hybridů nastavení délky řezanky (musí být delší), avšak při zabezpečení dostatečného narušení zrna drticími válci (corn-crackerem) nebo pomocí nově vyvinutého procesoru Shredlage.

Rychle dozrávající hybridy (tzv. tradiční) se vyznačují rychlým nárůstem sušiny a velmi častým zasycháním zbytku rostliny. Obsah škrobu v zrnu se zpočátku



navyšuje velmi rychle, později dochází ke zpomalení nárůstu. Tyto hybridy jsou méně odolné vůči houbovým chorobám. Vhodné jsou pro pěstování v chladnějších a vlhčích oblastech a pro zahájení silážování, zvláště u raných hybridů s nízkým FAO. Je nutné si uvědomit, že u rychle dozrávajících typů hybridů se jedná o dozrávání zbytku rostliny, ne zrna. Rychlé dozrávání zrna, resp. rychlá ztráta vody v zrnu, se označuje jako Dry-down (DD) efekt, což lze pozorovat u zrno-  
vých hybridů typu koňský zub.

Popisovány jsou i přechodné formy hybridů mezi skupinami stay-green hybridů a hybridů rychle dozrávajících.

Vyšší rozdíl v čísle FAO na siláž a na zrno napovídá, jestli je hybrid v typu dozrávání zelené části rostliny stay-green, nebo normálně dozrávající. U hybridů typu stay-green a rychle dozrávajících se nelze spolehnout na způsob odhadu termínu sklizně podle mléčné linie zrna, ani podle avizované ranosti dané číslem FAO. Používá se systém, který zohledňuje potenciální výnos zrna a rychlost dozrávání zbytku rostliny (viz tabulky 2 a 3) u normálně vyvinutého porostu a porostu poškozeného suchem.

**Tabulka 2: Odhad termínu sklizně u normálně vyvinutého porostu**

<b>Potenciální výnos zrna</b>	<b>Rychlost dozrávání zbytku rostliny</b>	<b>Sklizňová sušina (%)</b>
Vysoký	Pomalá	34–36
Vysoký	Rychlá	30–32
Nízký	Pomalá	30–32
Nízký	Rychlá	28–30

**Tabulka 3: Odhad termínu sklizně u porostu poškozeného suchem**

<b>Potenciální výnos zrna</b>	<b>Rychlost dozrávání zbytku</b>	<b>Sklizňová sušina (%)</b>
Žádný (bez palic)	50 % zelených listů a méně 3–4 týdny po květu	24–26
Malý (15–30 % palic)	50 % zelených listů a více 3–4 týdny po květu	26–28



## II.10. Termín a způsob sklizně

S raností a způsobem dozrávání (uvolňování vody ze zrna) souvisí určení doby sklizně. Odhad optimálního termínu sklizně u jednotlivých hybridů kukuřice má zásadní vliv pro jejich porovnávání. Hybridy, které nejsou sklizeny ve stejné vegetační fázi, nelze mezi sebou porovnávat, protože rozdílná fenofáze při sklizni má vliv nejen na celkový výnos sušiny, ale také na kvalitu siláže, zejména potom na stravitelnost organické hmoty (SOH), stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny (SNDF) a na obsah a degradovatelnost škrobu. Tyto změny jsou způsobeny změnou podílu klasu z celé rostliny (s dozráváním zrna se zvyšuje podíl škrobu v zrně a potom v celé rostlině, s dozráváním rostliny dochází k lignifikaci vlákniny). Správný termín sklizně se řídí obsahem celkové sušiny v rostlině, měl by být zhruba  $32 \pm 2$  %. Přihlédnout by se mělo k sušině zrna (zhruba 55 %) a stádiu zralosti zrna (doporučuje se 2/3 mléčné linie). V případě viditelných znaků stay-green je rozhodující sušina řezanky celé rostliny, která by neměla být pod 28 %.

V případě, že sušina celé rostliny je pod 28 %, tak se nevyužívá genetický potenciál rostliny, navíc dochází k odtoku silážních šťáv a s nimi i ke ztrátě důležitých živin. Při nízké sklizňové sušině (pod 30 %) je v biomase nižší koncentrace energie, neboť ukládání energie do palic ve formě škrobu ještě není dokončeno, tím se také sníží výnos škrobu. Kvašení bývá intenzivnější, siláže jsou pak kyselější, projeví se to nejen na pH, ale i na kyselosti vodního výluhu. Do krmné dávky skotu je pak nutné přidat více neutralizačního přípravku, většinou bikarbonátu sodného.

Při sklizni s vyšší sušinou v pozdější vegetační fázi má kukuřice větší obsah sušiny palic a tím i vyšší koncentraci energie v nich, resp. v zrně. Dochází však ke zhoršení stravitelnosti zbytku rostliny i díky zvýšenému obsahu ligninu. U hmoty s vysokou sušinou (nad 37 %) je také problém s vytěsněním vzduchu z dusané hmoty a proto se musí zkrátit délka řezanky, jinak hrozí zahřívání siláže, ztráty živin a rozšíření plísní. Krátká řezanka ale negativně ovlivňuje správné fungování bacheru.



Pro odhad termínu sklizně lze využít sumu efektivních teplot (SET) podle rasy hybridu. Tato metoda je zatížena určitými nepřesnostmi, protože porosty jsou v konkrétních pěstitelských podmínkách ovlivněny agroekologickými vlivy (např. půdním druhem, expozicí pozemku, stresem ze sucha) a termínem výsevu. SET může předcházet metodě Stanovení orientačního obsahu sušiny vzorků před sklizní. Výpočet SET se provádí sčítáním denních středních teplot, od kterých je odečtena fyziologická minimální teplota 6 °C. Vždy je však třeba mít na paměti, že suma teplot je jen jeden faktor pro odhad doby sklizně. Aby došlo k uplatnění tohoto faktoru, je třeba rostlině zabezpečit dostatek vláhy během vegetace. Tam, kde to podmínky dovolují, lze tento problém řešit závlahou.

Výška strniště při sklizni musí být jednotná, např. 12 cm, nesmí se měnit. Při nižším strništi se zvýší sušina celé rostliny. Při ponechání vyššího strniště se sníží výnos hmoty, ale sníží se také obsah ligninu a zvýší se stravitelnost organické hmoty, protože dochází ke zvýšení podílu klasu, resp. zrna z celé rostliny. Zvýšením strniště dochází ke zvýšení koncentrace energie (NEL).

Sklízí se pomocí sklízecí řezačky s jednotnou délkou řezanky cca 8 mm. Důležité je narušení každého zrna, které je zabezpečeno pomocí procesorů ve sklízecích řezačkách. Pro stanovení délky řezanky je vždy nutné dbát na to, aby ze siláže byl vytlačen vzduch. Pravidlem je to, že se zvyšující se sušinou sklizené kukuřice je nutné snižovat postupně délku řezanky a podélné rozetření biomasy tak, aby byl zabezpečen úspěšný fermentační proces a pH siláže bylo pod 4,0. V případě čtyř řádků se pro zjištění výnosu a pro analýzy sklízí prostřední dva řádky. V případě osmi řádků se pro zjištění výnosu a pro analýzy sklízí prostředních šest řádků (řezačka má šestiřádkový adaptér).

## II.11. Odolnost

I když má většina hybridů nějakou odolnost, např. proti chladu, suchu, poléhání, škůdcům, vždy platí především následující skutečnosti:

- každou odolnost má hybrid určitým genetickým způsobem zafixovánu, přirozenou cestou nebo šlechtěním,



- zafixování genetické odolnosti většinou stojí nějaký ústupek jinde, často ve sníženém výnosu,
- žádný hybrid není odolný vůči všem nepříznivým faktorům, některé odolnosti lze počítat, ale ne mnoho,
- odolnost je vždy jen částečná (pokud je vliv extrémně velký, gen odolnosti může následky většinou jen zmírnit, málokdy úplně eliminovat),
- odolnost proti jednomu faktoru může být u rostlin jen v určité fázi jejich růstu (např. některé rostliny nevydrží v počáteční fázi růstu přizemní mrazíky, ale později jim chlad nevádí),
- odolnost lze ovlivnit (např. způsobem setí, agrotechnikou, dobou sklizně).

Z průběhu pokusů na experimentálních parcelách ve VÚŽV v.v.i., Praha-Uhřetěves máme zajímavou zkušenost s odolností proti poléhání. Po silných poryvech větru většina pokusných porostů polehla, ale hybrid Lavena zůstal stát, což bylo potvrzeno i tím, že tato skutečnost se opakovala na všech třech parcelách, kde byl hybrid pěstován.

Odolnost se čím dál častěji získává genetickou modifikací organismů (GMO). V České republice se od roku 2005 produkčně pěstuje **geneticky modifikovaná kukuřice** s odolností k zavíječi kukuřičnému, tzv. Bt-kukuřice MON 810 založená na produkci Bt-toxinu vyskytujícího se v půdní bakterii *Bacillus thuringiensis*. Pěstují se i další typy geneticky modifikované kukuřice, ale ve velmi omezeném množství v rámci tzv. režimu uvádění do životního prostředí, a to za přísných podmínek stanovených zákonem č. 78/2004 Sb.

Trendem je odolnosti u jednoho hybridu načítávat. Ve světě jsou dnes již odzkoušené a k pěstování povolené hybridy, které disponují dvěma až třemi geny odolnosti zároveň. Hybrid odolný Roundupu (RR, Roundup Ready) tak může být zároveň odolný zavíječi kukuřičnému (CB, Corn Berer), případně bázlivci kukuřičnému (CR, Corn Rootworm) nebo neselektivním herbicidům (LL, Liberty Link). Zkouší se i další genetické modifikace, některé jsou v USA již v oběhu.



## II.12. Nutriční a fermentační ukazatele

Projekt si klade za cíl vytvořit pro zemědělskou praxi (chovatele skotu) nezávislý a jednotný systém hodnocení hybridů kukuřice určených k výrobě siláže za účelem výživy zvířat. Projekt je nastaven tak, aby v průběhu jeho řešení do něj mohl vstoupit co největší počet firem nabízejících osivo kukuřice na českém trhu a aby mohla být hodnocena co nejširší paleta hybridů. Důležitým aspektem testování je jednotnost jak v metodice založení a průběhu testů, ale i v jejich hodnocení. Základním požadavkem pro zařazení do sledování je, aby testované hybridy byly povolené a dostupné na českém trhu. To je také jeden z hlavních rozdílů ve srovnání s testacemi na stanicích Ústředního a kontrolního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ), zde se hybridy kukuřice testují před uvedením na trh. Dalším rozdílem je, že v ÚKZÚZ testují hybridy ve skupinách podle ranosti a sklízí je najednou, tak mohou být sklizeny při různé sušině. Naše pokusy byly založeny právě na eliminaci vlivu sušiny.

Základní analýzu krmiv představuje tzv. Weendenský systém, který zahrnuje stanovení sušiny, dusíkatých látek, tuku, hrubé vlákniny a popelovin a výpočty bezdusíkatých látek výtažkových (B NLV) a organické hmoty (OH). V současné době již Weendenská analýza krmiv často nestačí požadavkům na optimalizaci výživy zvířat a je nutné ji doplnit podrobnějšími analýzami a výpočty. Stále nové a podrobnější jsou i metody a výklady hodnocení.

### **Sušina**

Pro zpracování výsledků je poměrně zásadní, aby sklizeň testovaných hybridů byla uskutečněna zhruba ve stejné sušině. Experimentálně bylo totiž zjištěno, že obsah sušiny významně ovlivňuje jak živinové ukazatele, tak i fermentační proces. Z hlediska obsahu a stravitelnosti živin i z hlediska silážovatelnosti je (při běžné výšce strniště kolem 12 cm) ideální sklízet kukuřici o sušině cca  $32 \pm 2$  %. Kukuřice je charakteristická pomalejším startem růstu, ale o to rychlejší má dozrávání. Aby bylo možné hybridy sklízet při stejném obsahu sušiny, je třeba porost pečlivě sledovat, případně odebírat kontrolní vzorky. V našich pokusech bylo prokázáno, že

pokud se hybridy sklízely při zhruba stejném obsahu sušiny, smýval se rozdíl v ranosti hybridů, ranost pak v hodnocení hrála roli jen pro zařazení do skupiny hybridů podle ranosti (čísla FAO), tedy z agronomického, nikoliv výživového hlediska. V našem víceletém sledování sušina siláže vysvětlovala 10 % variability živinových a 17 % variability fermentačních ukazatelů. Protože vliv sušiny na tyto charakteristiky je dobře známý, byl z modelu tento vliv odstraněn. Tento postup umožnil porovnat ročníky mezi sebou, jako kdyby byla dosažená sušina siláže ve všech letech stejná. Po odstranění vlivu sušiny ročník významně ovlivňoval všechny sledované výživné ukazatele z cca 6 %. I kdyby tedy byla kukuřice sklizena každoročně při identické sušině, její výživná hodnota se bude v závislosti na ročníku lišit. Tento vliv nebyl stejný u všech živin, největší rozdíly mezi ročníky byly pro obsah škrobu, NDF a ADF, zatímco nejmenší rozdíly byly u obsahu NL a NEL.

## **Škrob**

Jak bylo výše uvedeno, největší meziroční rozdíly byly zjištěny u obsahu škrobu. Škrob tak hraje velmi významnou roli v době, kdy byly v průběhu vegetace nepříznivé povětrnostní podmínky, kdy se např. vlivem sucha zbrzdil nebo úplně zastavil vývin palic. V takovém případě se v chemických analýzách může objevit i nulový obsah škrobu. Pokud v silážích chybí škrob, je ho nutné v krmných dávkách nahradit škrobem ze zásob zrna obilního, nebo kukuřičného. V každém případě taková „náhražka“ je mnohem dražší, než když je škrob vypěstován na poli a silážován spolu se zeleným zbytkem rostlin.

Škrob se v laboratořích stanovuje a v databázích krmiv eviduje od roku 2003. V průměru posledních 13 let se pohybuje koncentrace škrobu v kukuřičných silážích  $31,5 \pm 1,5$  %, v kukuřičném zrně  $68 \pm 2$  % v sušině.

## **Vláknina**

Hrubá vláknina se v laboratořích stanovuje z důvodu výpočtu energie (NEL), kdy se dosazuje do rovnice spolu se stravitelností vlákniny. Stravitelnost se ale v laboratořích nestanovuje, dosazuje se z tabulek katalogu krmiv, který je z roku



1995. V něm je stravitelnost kukuřice stanovena na 69 %. Z našich testů stravitelnosti *in sacco* (přímo v bacheru skotu) vyplývá to, že stravitelnost vlákniny se pohybuje v poměrně velkém rozpětí cca  $\pm 10\%$  a navíc, že v průměru je podstatně nižší (cca o 10 %), než je uvedeno v katalogu. Z toho vyplývá, že je nutné začít stravitelnost stanovovat, nebo ji odhadovat podle jiných ukazatelů, nelze ji však přebírat v konstantní podobě.

Obsah hrubé vlákniny je ukazatel, který se využívá ve Weendenském způsobu analýz krmiv. Již delší dobu se však u nás i jinde ve světě hodnotí neutrálně detergentní vláknina (NDF) a acido detergentní vláknina (ADF). NDF zahrnuje ADF a hemicelulózy, ADF obsahuje celulózu a lignin. V současné době se ke stanovení všech typů vlákniny používají moderní přístroje, např. Ankom. V kukuřičných silážích se běžně vyskytuje NDF v sušině kolem 45 % a ADF v sušině kolem 23 %.

### **Cukry**

Stejně jako škroby, tak i cukry by teoreticky nebylo nutné stanovovat, protože jsou součástí živinové složky nevláknitých sacharidů NFC (analogické k BNLV – bezdusíkatým látkám výtažkovým), která se vypočítává z obsahu ostatních živin v sušině (od obsahu sušiny se odečte obsah dusíkatých látek, tuku, vlákniny a popela). Obsah cukrů v zelených rostlinách a v silážích nás však informuje o silážovatelnosti, ale také o průběhu a výsledku fermentace s predikcí aerobní stability. Kukuřičné siláže bývají k aerobní degradaci mnohem náchylnější než siláže travní nebo vojtěškové. Zbytek nezfermentovaných cukrů může rychle při styku s kyslíkem zfermentovat, ale s vyššími ztrátami než anaerobní cestou.

Stanovují se celkové cukry a cukry redukující, ty představují ve vodě rozpustné uhlohydráty, známé jako WSC (water soluble carbohydrate). Redukující cukry se v našich pokusech pohybovaly v hodnotách  $4,5 \pm 2\%$  v sušině.

### **Popeloviny**

Vyšší obsah popelovin snižuje obsah organické hmoty a ukazuje na zhoršenou silážovatelnost v důsledku vyššího obsahu pufrujících látek (minerálií, nečistot



a s nimi i zvýšení obsahu půdních bakterií). Obsah popelovin vyšší než 6 % v sušině již lze považovat za zvýšený.

### **Ostatní živinové ukazatele**

Ostatní živinové ukazatele, jako dusíkaté látky, tuk, případně minerálie a stopové prvky nejsou z hlediska hodnocení hybridů kukuřice tak důležité. Jsou to látky s poměrně nízkou variabilitou a s nižším obsahem v sušině.

### **Ukazatele kvality fermentace siláží**

Po odstranění vlivu sušiny ovlivňoval ročník fermentační ukazatele z 13 %. Vliv na produkci kyseliny mléčné nebyl průkazný, její obsah byl meziročně poměrně konstantní (1,7–1,9 %). Největší meziroční rozdíly byly v obsahu kyseliny octové a máselné. Tendence produkovat v letech s vysokými výnosy siláže s vyšším obsahem kyseliny octové a máselné může souviset s nedostatečným dusáním rychle navážené hmoty, což zpomaluje fermentaci a ta má pak tendenci kvasit heterofermentativně.

### **Využití spektroskopického hodnocení krmin v ČR a jiných zemích**

ÚKZÚZ standardně stanovuje u kukuřice škrob (podle Ewerse), cukr (redukující podle Luff-Schoorla), ADF a NDF (podle Van Soesta a kol., 1991), bílkoviny (N-látky), popel a výpočtem ME a NEL, současně tyto hodnoty stanovuje i spektrometricky s využitím přístroje NIRs (Near Infrared Reflectance Spectroscopy). Kalibraci NIRs zajišťuje nákupem kalibračních křivek ze SRN. Stravitelnost organické hmoty ÚKZÚZ hodnotí také s využitím NIRs po kalibraci metodou IVDOM (stravitelnost organické hmoty v žaludeční šťávě ovce, metoda Tilley a Terry), metodou ELLOS (stravitelnost v celulóзовém roztoku s využitím celulózy z *Trichoderma reesei*), metodou DMS (stravitelnost sušiny stanovená pepsin-celulóзовou metodou Aufrère (1982), kde se vzorky inkubují po dobu 24 hodin při 40 °C v pepsinu a v celulóze). Metoda DMS je využita k výpočtu hodnoty DI-NAG, která nahrazuje hodnocení stravitelnosti vlákniny resp. NDF s předpokladem, že škrob a rozpustné cukry jsou 100% stravitelné. Vychází z toho, že stra-



vitelnost OH lépe koreluje se stravitelností NDF (korelační koeficient 0,77 %), než obsah škrobu (0,55 %). ÚKZÚZ tedy používá k hodnocení hybridů kukuřice systémy zavedené v Německu a ve Francii (INRA, 2007), které jsou hlavně založeny na hodnocení stravitelnosti organické hmoty. Dochází k nadhodnocení zrnových hybridů podle obsahu škrobu oproti silážním hybridům s vyšší stravitelností NDF. Zrnové hybridy zvyšují podíl škrobu v krmných dávkách a snižují příjem vlákniny, což vede ke zhoršení zdravotních poruch.

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 bachorové 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 bachorové 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.

### **Přepočty na produkci mléka**

Na zemědělské univerzitě ve Wisconsinu opracovali systém hodnocení hybridů s názvem MILK 2006. V české verzi lze MILK 2006 stáhnout z [www.vuchs.cz](http://www.vuchs.cz) v záložce Služby a Software. Pomocí tohoto systému lze odhadovat produkci mléka na hektar a produkci mléka na tunu sušiny vypěstované kukuřice. Do přímých závislostí pak lze postavit proti sobě kvalitu a výnos. Rozdíly mezi hybridy tak lépe vyniknou a hodnocení je komplexnější, protože zjištěné hodnoty zahrnují nejen kvantitativní, ale i kvalitativní ukazatele. Daný systém respektuje skutečnost, že řezanka kukuřice je směsí dvou krmiv. Obsahuje dva rozdílné typy krmiv jako zrno a zbytek rostliny, které je třeba hodnotit zcela odlišně.

### II.13. Metody hodnocení

Od samého počátku byl projekt koncipován tak, že zpracovatelé výsledků nebudou hybridy hodnotit v nějakém pořadí, ale pouze uvedou naměřené hodnoty, případně doporučí systém jejich dalšího zpracování. Každý hybrid má totiž jiné vlastnosti a schopnosti, takže ho je nutné hodnotit především podle toho, jakou výhodu může v dané lokalitě pro daného farmáře (pěstitele) mít. Hybridy je dobré porovnávat v určité skupině, např. ranosti, typu endospermu zrna (hybridů dent a flint nebo přechodných forem mezi nimi), typu dozrávání zelené části rostliny (postupného nebo rychlého) a dalších. Porovnávat lze i napříč mezi vybranými typy i napříč mezi všemi typy, resp. porovnání všech hybridů, pak je ale nutné počítat s větší variabilitou. Je dobré zvolit raději porovnávání podle více spolusouvisejících ukazatelů, než podle více ukazatelů, které spolu nesouvisí nebo pouze podle jednoho ukazatele.

Při výběru hybridu je třeba zohlednit **účel pěstování** (zrno, různé varianty siláží, bioplyn) a vhodnost pro danou **výrobní oblast** (půdní a klimatické podmínky stanoviště, výsledky výkonnosti hybridů v porovnání více lokalit, stabilitu výkonnosti hybridů po několik let). Je třeba **hledat kompromis** mezi výnosem, cenou a dostupností osiva, požadovanými vlastnostmi a kvalitou.

Dříve než začnete hybridy mezi sebou porovnávat, je nutné si uvědomit, za jakých podmínek bylo výsledků dosaženo. Pokud podmínky byly průměrné, bez velkého meziročního rozdílu, pak lze výsledky také zobecňovat. Pokud však byly podmínky v nějakém faktoru extrémní, hodnotí se více reakce na extrémní vlivy (sucho, záplavy, kroupy, poryvy větru). Velmi důležité jsou údaje o počasí (srážky, teploty) v průběhu vegetačního období z údajů meteorologické stanice co nejbližší k místu pěstování hybridů, případně z údajů ze srovnatelných podmínek. Pro hodnocení počasí je důležité srovnání s dlouhodobým průměrem. Velmi podrobně je to popsáno v publikaci Kožnarová a Klabzuba (2002), která obsahuje doporučení WMO (World Meteorological Organization) pro popis meteorologických, resp. klimatologických podmínek definovaného období. Publikace je dostupná např. na portále České akademie zemědělských věd.



Hybridy lze mezi sebou porovnávat s využitím tabulek a grafů. V tabulkách je vhodné zvýraznit (i několika způsoby, barvami) výsledky, které jsou cenné (nemusí být nejlepší, nebo nejhorší). Pokud byly výsledky podrobeny statistickým analýzám, měly by být v tabulkách uvedeny a popsány.

Pouhé seřazení hybridů podle vybraného ukazatele není ideální metodou hodnocení, ale určitou vypovídající hodnotu má v případě, že porovnáváme více ukazatelů v několika grafech, přičemž každý ukazatel řadí hybridy v jiném pořadí. Využije-li se k porovnání tabulka, pak je dobré ke každému hybridu a vlastnosti přiřadit nějaký koeficient, přičemž součet koeficientů může napovědět, který hybrid vybrat, protože třeba vyhovuje ve více požadavcích. Koeficienty mohou být stanoveny různě podle „váhy“ faktoru.

Vztahy mezi vlastnostmi i mezi hybridy lze vyjádřit pomocí korelací. Čím vyšší je korelační koeficient, tím větší je závislost porovnávaných faktorů. Za těsnější vztah se považuje, je-li korelační koeficient vyšší než 0,5.

Tabulky a grafy lze vykládat různě a člověk se musí někdy dost soustředit, aby rychle našel, co je důležité. Proto by k tabulkám a grafům měl být připojen slovní komentář, ve kterém jsou popsány a případně i zdůvodněny nejdůležitější výsledky. Následovat by měla diskuze ke zvolené metodice hodnocení, k naplnění hypotéz, či srovnání s literaturou.

## II.14. Příklady hodnocení

V následujících tabulkách a grafech jsou pouze ukázky toho, jak lze hybridy hodnotit. Pro hodnocení bylo vzato 9 anonymních hybridů s čísly FAO od 230 po 320. V řazení podle čísla FAO byly prezentovány v tabulce a grafech. V tabulce 4 jsou uvedeny rozdíly mezi hybridy. Koeficienty pro hodnocení lze volit libovolně. V tomto případě je zvolen systém, ve kterém má největší váhu stravitelnost NDF (NDFD) a nejnižší váhu obsah škrobu, i když právě v obsahu škrobu jsou rozdíly mezi hybridy statisticky významné. Koeficienty lze volit libovolně. Podle tohoto zvoleného klíče by měl nejlepší hodnocení hybrid H8 a nejhorší H1.

Jiný příklad je uveden v tabulce 5. Hybridy jsou seřazeny podle přepočtu produk-

ce mléka na hektar, zde bylo zvoleno pravidelné zvýšení koeficientu. Výsledky jsou podobné těm v tabulce 4. Je z nich patrné, že v obou lokalitách se více daří hybridům středně raným než raným. V lokalitě Troubsko se lépe dařilo hybridu H7 a H2 než v lokalitě Uhřetěves. Naopak v lokalitě Uhřetěves byly lepší výsledky u hybridů H6, H4 a H3.

**Tabulka 4: Porovnání základních živinových charakteristik a výnosu s doplněním hodnocení s využitím váhových koeficientů.**

Index	Hybrid	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	<i>n</i> =162
Jednotky	FAO	230	240	260	260	260	280	290	300	320	<i>SEM</i>
NDF, g/kg suš.		448 <sup>ab</sup>	466 <sup>b</sup>	450 <sup>ab</sup>	448 <sup>ab</sup>	451 <sup>ab</sup>	439 <sup>ab</sup>	423 <sup>ab</sup>	411 <sup>a</sup>	439 <sup>ab</sup>	3.72
<i>SD</i>		47.2	43.0	42.7	40.4	45.3	51.2	47.8	49.9	40.6	
NDFD24, %		51.0	52.6	52.4	51.8	54.9	49.3	50.9	54.4	54.2	0.63
<i>SD</i>		8.0	7.4	8.2	9.4	5.6	7.5	5.3	8.8	9.2	
Škrob, g/kg suš.		313 <sup>b</sup>	290 <sup>ab</sup>	308 <sup>b</sup>	314 <sup>b</sup>	273 <sup>a</sup>	290 <sup>ab</sup>	306 <sup>ab</sup>	<b>350<sup>c</sup></b>	302 <sup>ab</sup>	3.05
<i>SD</i>		39.2	28.3	26.1	41.3	23.2	32.4	28.2	28.7	39.7	
Výnos, t suš.		17.4	19.5	19.7	18.3	19.8	20.9	20.2	20.6	21.6	0.34
<i>SD</i>		4.4	3.7	5.4	4.6	2.9	4.5	4.2	3.6	4.8	
<i>Koeficient pro škrob (4)</i>		3	2	3	3	1	2	2	4	2	
<i>Koeficient pro výnos (6)</i>		1	3	3	2	3	5	4	5	6	
<i>Koeficient pro NDFD (9)</i>		3	5	5	4	9	2	3	8	8	
<i>Součet koeficientů</i>		7	10	11	9	13	9	9	17	16	

*SEM* = střední chyba průměru, *SD* = směrodatná odchylka, NDFD24 = stravitelnost NDF při inkubaci 24 hodin, Rozdílná písmenka v indexu čísel značí významnost  $P < 0,05$

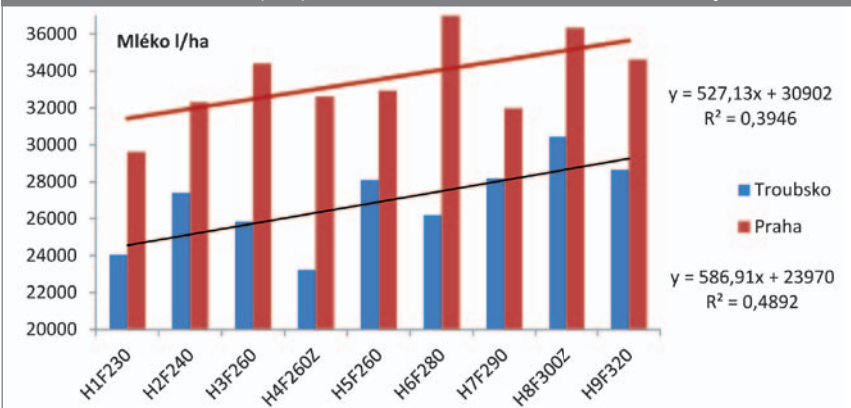
**Tabulka 5: Porovnání produkce mléka (tis. l/ha) v lokalitě Troubsko a v lokalitě Uhřetěves**

Lokalita	Hybrid	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	Průměr
	FAO	230	240	260	260	260	280	290	300	320	
Troubsko		24,0	27,4	25,8	23,2	28,1	26,2	28,2	30,4	28,7	26,9
<i>Koef.</i>		1	5	3	1	6	4	7	9	8	
Praha Uhřetěves		29,6	32,3	34,4	32,6	32,9	37,0	32,0	36,3	34,6	33,5
<i>Koef.</i>		1	3	6	4	5	7	2	9	8	

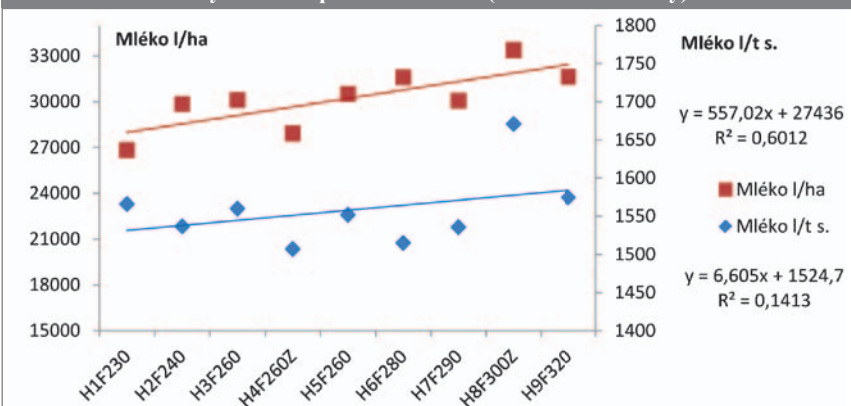
Na příkladu produkce mléka v litrech na hektar si ukážeme grafické vyjádření (graf 1). Z grafu je podle spojnice trendu jasně vidět téměř shodná závislost na čísle FAO, ovšem posunutá zhruba o 6 tisíc litrů. Příčinou je velmi nízký výnos sušiny v Troubsku v roce 2012. Na snížených výnosech v Troubsku se významně projevovalo déletrvající sucho. V následujících čtyřech grafech je ukázka různých možností vyjádření vztahu produkce mléka z hektaru a mléka z tuny sušiny.

V bodovém grafu 2 je opět patrný vztah zvyšování produkce mléka na hektar i na tunu sušiny se zvyšujícím se číslem FAO. U některých hybridů je rozdíl mezi

**Graf 1: Produkce mléka (l/ha) v lokalitách Troubsko a Uhřetěves dle hybridů**



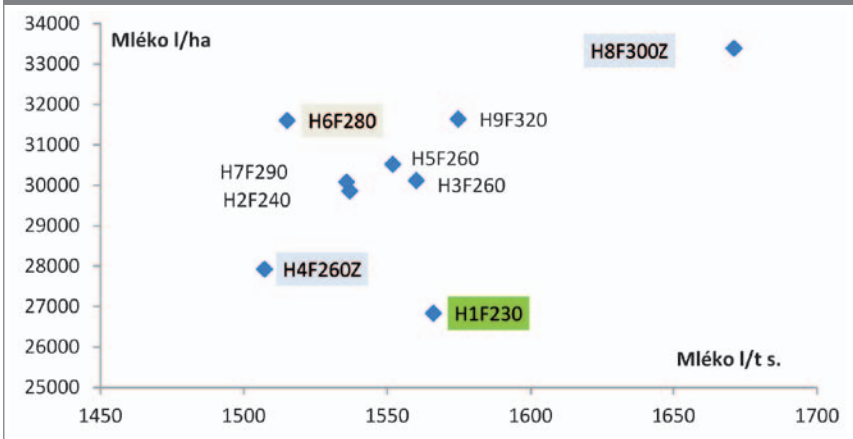
**Graf 2: Porovnání hybridů dle produkce mléka (v l/ha a v l/t sušiny)**



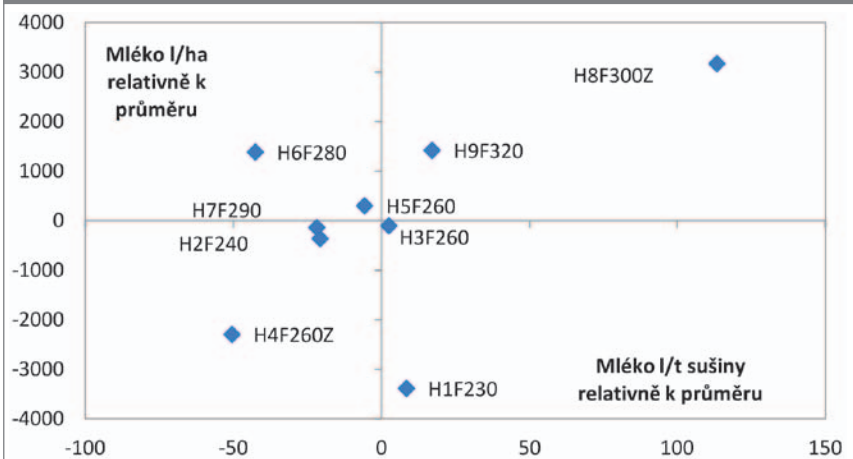
produkci na hektar a produkci na tunu sušina poměrně malý, u některých hybridů se pomyslné nůžky více rozevírají.

V grafu 3 je porovnání produkce mléka (l/ha vs l/t sušiny) v absolutních hodnotách, což je nejběžnější způsob grafického porovnání hybridů podle dvou ukazatelů. Hybrid, který je nejvýše a vpravo má nejvyšší produkci mléka na hektar a zároveň i na tunu sušiny.

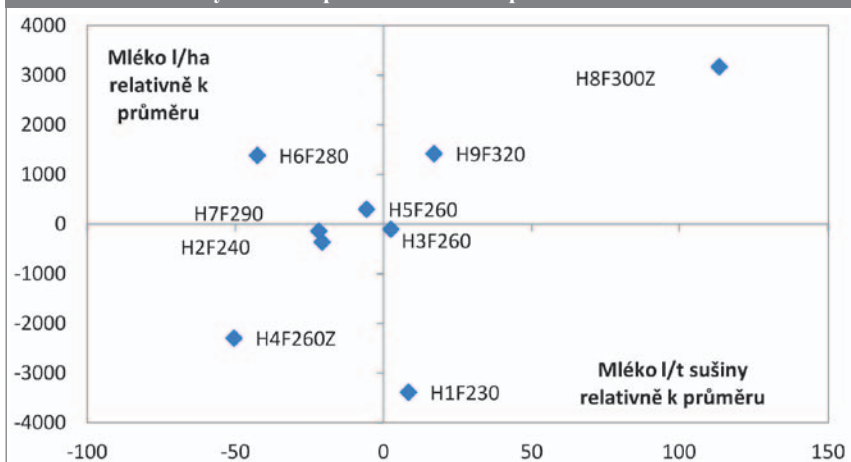
**Graf 3: Porovnání hybridů dle produkce mléka v absolutních hodnotách**



**Graf 4: Porovnání hybridů dle produkce mléka v relativních hodnotách**



Graf 5: Porovnání hybridů dle produkce mléka v procentech rozdílu



Porovnání lze vyjádřit i rozdílem od průměru v absolutních hodnotách (graf 4), případně v rozdílech v procentech od průměru (graf 5).

Z grafu 5 lze vyčíst, že rozdíly v litrech na hektar byly mezi hybridy do 4,5 %, jen jeden hybrid (H8) vykazoval rozdíl +10 %, a jeden (H1) rozdíl -11,5 %. Rozdíly v litrech na tunu sušiny byly nižší, u H8 +7,3 % a u H4 -3,2 %. Z toho je patrné, že hybrid H1 s nejnižším číslem FAO 230 měl produkci mléka na hektar nejnižší, ale po stránce kvality (l/t sušiny) byl na průměru ostatních hybridů.

## II.15. Zdroje, podklady, zázemí

Naše doporučení pro výběr hybridů vycházejí z vlastních výsledků v experimentech založených v rámci řešení výše zmíněného projektu NAZV č. QJ1210128, vlastních zkušeností a poznatků z literatury.

Od roku 2012 probíhají v rámci řešení projektu NAZV č. QJ1210128 „Inovovat systémy hodnocení kvality krmiv s důrazem na zavedení nového národního systému hodnocení“ testace hybridů na pozemcích Zemědělského výzkumu, spol. s r.o. v Troubsku, Výzkumného ústavu živočišné výroby, v.v.i. v Praze Uhřetěvesi a od roku 2014 i poloprodučně v Koutech na Vysočině a v Říčanech u Brna.



První 3 roky bylo v Troubsku i v Uhřetěvsi vyseto zhruba 20 hybridů s trojím náhodným opakováním.

Můžeme tedy porovnávat výsledky z několika stanovišť a roků (včetně extrémního) podle verifikovaného systému s využitím moderních analytických postupů. Hodnocení probíhalo průběžně, závěrečné hodnocení se formuje. Pokusy mají podobný design jako v ÚKZÚZ. Na rozdíl od zkoušek užitné hodnoty kukuřice v ÚKZÚZ se ale v navrhovaném systému testují a hodnotí stejné vlastnosti u silážních i zrnových hybridů, navíc se u takto testovaných hybridů hodnotí i stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny (NDF) a stravitelnost organické hmoty (OH), zjišťované metodou *in sacco* inkubací v bacherové šťávě dojnic po dobu 24 hodin. Dle dohody s poskytovatelem osiv lze srovnávací výsledky jednotlivých hybridů zveřejňovat. Některé příklady výsledků z tohoto testování jsou použity i v této metodice.

Nezávislý systém hodnocení kvality silážních hybridů kukuřice byl vytvořen proto, aby přispěl k zefektivnění rozhodovacího procesu farmářů, kteří pěstují silážní kukuřici a využívají ji v živočišné výrobě ke krmení přežvýkavců. Jednotný systém vznikl na základě zjištění, že producenti osiv hybridů používají ve svých firemních materiálech někdy i velmi rozdílné informace o vlastnostech silážních hybridů (hybridů určených pro výrobu siláže), které jsou často způsobeny odlišnými analytickými přístupy a postupy pro hodnocení kvality. Uživatelé (farmáři) potom nemohou porovnávat nabízené hybridy od různých firem mezi sebou.

Statisticky významné rozdíly jsou zjišťovány nejen mezi analýzami na přístrojích NIRs a analýzami chemickými, ale u stravitelnosti živin též použitím různé doby inkubace vzorků jednotlivých hybridů v bacheru dojnic, 24, 30 nebo 48 hodin pro inkubaci vzorků metodou *in sacco* (*in situ*, *in vitro*). Velmi často jsou pro ulehčení nebo z nedostatku jiných informací používány zastaralé tabulkové hodnoty stravitelnosti živin k výpočtům netto energie laktace (NEL) nebo netto energie výkrmu (NEV). Problematické je hodnocení obsahu organických živin a hlavně stravitelnosti neutrálně detergentní vlákniny (SNDF) v porovnání mezi chemickou analýzou a hodnocením na přístrojích NIRs z pohledu aktualizace jejich kalibračních křivek.

Výsledky hodnocení u sledovaných hybridů kukuřice mohou každoročně významnou měrou ovlivnit ekonomiku výroby mléka. Pokud budou výsledky v novém systému hodnocení nezávislé a stanovené pomocí jednotných postupů, budou mít výrobci mléka v rukou významný argument pro výběr hybridů na novou sezónu, resp. jak zlepšit ekonomiku chovu dojnic.

Výsledky v projektu QJ1210128 můžeme porovnávat s těmi předchozími, které jsme získali v experimentech s kukuřicí, které probíhaly na pokusných parcelách Účelového hospodářství Výzkumného ústavu živočišné výroby v.v.i. v Praze Uhřetěvesi od roku 1991. V každém roce jsme porovnávali především z výživářského hlediska zhruba 10 hybridů různých osivářských firem, téměř výhradně na jejich objednání a s jejich finanční podporou. Prvních zhruba 10 let jsme hybridy s různým číslem FAO sklízeli ve stejný den, později jsme sklizeň jednotlivých hybridů přizpůsobovali sklizňové sušině s cílem tento faktor eliminovat. Máme tedy výsledky a zkušenosti z poměrně dlouhého období testací na jednom místě. Protože testace probíhaly za finanční podpory osivářských firem, dle dohody s nimi nebyly zveřejňovány výsledky jednotlivých hybridů, pouze porovnání skupin podle ranosti nebo jiných ukazatelů. Výsledky v projektu QJ1210128 jsou transparentní.

Ukázalo se, že zařazování hybridů do skupin podle čísla FAO je sice dobrým ukazatelem ranosti, ale nelze se na něj spolehnout. Při hodnocení hybridů také dost záleží na zvoleném kritériu. Podle jednoho kritéria může být daný hybrid vyhodnocen mezi nejlepšími, podle druhého kritéria mezi nejhoršími.

V letech 2006 až 2012 v rámci projektu QI91A240 jsme testovali hybridy na více stanovištích. Při sklizni kukuřice jsme odebrali v jedenácti stanovištích vzorky 3 x 10 rostlin. Celkem bylo hodnoceno 597 hybridů s hodnotami FAO od 130 do 400. Vzorky jsme analyzovali jak rutinně chemicky, tak s využitím přístroje AgriNIRs (spektroskopická analýza čerstvé zelené hmoty) a po usušení i přístrojem NIRs (spektroskopická analýza ze suchého vzorku). V našem okruhu zájmu bylo především stanovení obsahu a stravitelnosti NDF. Snížení variability je možné dosáhnout větším množstvím analýz, navíc při jejich členění podle stanovených

ukazatelů. Pokud je rozptyl vstupních hodnot vysoký, variabilita výsledných analýz je zákonitě vysoká.

U průměrných hodnot obsahu sušiny celých rostlin kukuřice byly naměřeny velmi velké rozdíly mezi sledovanými roky 2006 až 2012 (31,8–35,3 %), mezi jedenácti stanovišti (28,6–42,3 %) i mezi 597 hybridy (27,0–41,9 %). Rozdíly ve stravitelnosti NDF byly mezi roky 46,2–57,2 %, mezi stanovišti 46,2–55,5 %, mezi hybridy 40,2–59,1 %. Potvrdilo se tedy, že hybridy kukuřice mají velkou variabilitu. Další výzkum v oblasti variability hybridů kukuřice, ale i produktů ze zrna a celých rostlin (siláží) je nezbytný. Ukazuje se, že bez využití systémů NIRs se již neobejdeme. Pro srovnání v USA se v systému NIRs analyzuje více než 90 % vzorků. Jejich již téměř neodmyslitelnou součástí je u krmiv i stravitelnost NDF. Jejich kalibrační křivky, vzhledem k velkému množství vstupních údajů, posouvají hranice přesnosti NIRs analýz v porovnání s chemickými analýzami poměrně vysoko.

Pro projekt QJ1210128 byly čerpány zkušenosti i ve Zemědělském výzkumu, spol. s r.o. v Troubsku v návaznosti na projekt MZe ČR QH71041 Vliv patogenických mikroorganismů na jejich sekundárních metabolitů na kvalitu a hygienickou nezávadnost objemných krmiv. Na základě řešení projektu vznikla i uplatněná certifikovaná metodika „Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice“.

Kritéria výběru správného hybridu jsou předmětem mnoha vědeckých i odborných prací. Většinou však nemají komplexní charakter. Zabývají se spíše jedním nebo jen několika výběrovými kritérii. Cílem této metodiky je právě komplexní pojetí, tedy představení všech hlavních kritérií s případnými vztahy mezi nimi.

Vliv typu hybridů kukuřice a stádia jejich zralosti na výnos a nutriční charakteristiky popisuje několik autorů, například Haigh (1995), Bal a kol. (1997, 2000), Di Marco a kol. (2002), Correa a kol. (2003), Cone a kol. (2008), Kruse a kol. (2008), Pilipavicius and Mikulioniene (2010), Farrell a Gilliland (2011), Hetta a kol. (2012).



Nutriční charakteristiky hybridů, resp. vztahy mezi obsahem NDF a škrobu, stravitelnost NDF a škrobu v závislosti na technologických vlivech, případně genotypu kukuřičných hybridů zkoumali např. Andrae a kol. (2001), Fernandez (2004), Frey a kol. (2004), Givens a Deaville (2001), Hetta a kol. (2012), Cox a Cherney (2005), Ivan a kol. (2005), Jensen a kol. (2005), Johnson a kol. (1999), Mitřík a Vajda (2009a,b), Thomas a kol. (2001), Filya a Sucu (2010), Wang a kol. (2010), Weiss a Wyatt (2000). Velmi významné byly pro nás také práce Ballard a kol. (2001), Barrière a kol. (2004), Boon a kol. (2012), Buxton a kol. (2003), Moreno-González a kol. (2000), Oba a Allen (1999), Philippeau a Michalet-Doreau (1997, 1998), Qiu a kol. (2003), Weiss a Wyatt (2002).

Ball a kol. (1997), Carpentier and Cabon (2011) a také Peyrat a kol. (2014) stanovili optimální dobu sklizně kukuřice na siláž ve stádiu mezi jednou čtvrtinou a dvěma třetinami mléčné linie zrna, což většinou nastává při sušině mezi 30 – 35 %. Lopes a kol. (2009) upozornil, že sice obsah NDF a škrobu jsou hlavními zdroji živin z hybridů kukuřice, ale hlavním kritériem pro výběr silážních hybridů by měla být stravitelnost NDF.

Podkladem pro hodnocení krmiv nám byly normy AOAC (2005), Commission Regulation (EC) No 152/2009 (2009), DLG-Praxishandbuch Futterkonservierung (2006), Petrikovič a kol. (2000), Van Soest a kol. (1991) a Zeman a kol. (2006).

Při zpracovávání této metodiky jsme vycházeli nejen z našich poznatků, zkušeností a experimentální práce, ale samozřejmě i z odborné a vědecké literatury. Komplexní práce o kukuřici publikovali Zimolka a kol. (2008), Doležal (2012, cit. Třináctý a kol., 2013) a mnoho dalších. Naši práci jsme porovnávali s metodikami Rajčáková a Mlynář (2009), Nedělník a kol. (2011), Loučka a Tyrolová (2013) a Loučka a kol. (2014).



### III. Srovnání novosti postupů

Novost metodiky je v podrobném popisu kritérií pro výběr hybridů kukuřice na siláž a doporučením pro jejich použití, včetně uvedení několika příkladů. S výběrem hybridů má mnoho odpovědných pracovníků v zemědělských podnicích problém. Dostávají sice poměrně podrobné informace o hybridech testovaných v ÚKZÚZ, ale jsou to informace o hybridech pro uvedení na trh. Jsou zatíženy chybou, která souvisí s objednávkou osivařské firmy na testaci hybridu podle toho, zda si přeje (a hlavně zaplatí) testaci hybridu na siláž, na zrno, nebo obojí. Pro testaci na siláž a na zrno totiž v ÚKZÚZ používají jiná kritéria. Mnoho informací lze najít i v propagačních materiálech osivařských firem, ale často jim chybí informace jak, podle jakých kritérií hybridy vybírat, včetně odůvodnění proč, na jakém principu a s jakým cílem. Informace od osivařských firem či jiných prodejců mohou být zkrácené při jejich snaze prodat. Firemní údaje jsou často zatíženy systémovou chybou, tedy použitím odlišných metod stanovení sledovaných ukazatelů.

V přechozích letech byly ke kukuřici vydány tři certifikované metodiky v ČR a jedna v SR. Předložená metodika navazuje na uplatněnou certifikovanou metodiku Loučka a kol. (2014) „Verifikovaný metodický postup získávání a zpracování hodnot v národním systému hodnocení silážních hybridů kukuřice“. Již z názvu je patrné, že se zabývá především popisem metod založení a vyhodnocování silážních hybridů kukuřice verifikovanými a unifikovanými metodami.

Uplatněná certifikovaná metodika „Správná praxe při silážování kukuřice“ (Loučka a Tyrolová, 2013) je výstupem projektu QI91A240 „Faktory ovlivňující nutriční hodnotu kukuřičných hybridů a kukuřičných siláží“, je zaměřena na podrobný návod jak kukuřici silážovat.

Metodika s názvem „Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice“ (Nedělník a kol. 2011) je více zaměřena na popis fyziologických typů kukuřice, agrotechnických vlivů na kvalitu kukuřice, vlivu odrůd na kvalitu siláží, hlavně však na choroby a škůdce kukuřice a výskyt mykotoxinů v kukuřici.



Zatímco metodika autorů Nedělník a kol. (2011) podrobně popisuje fyziologické vlivy, které mohou potenciálně ovlivnit výslednou kvalitu kukuřičných siláží, metodika autorů Loučka a Tyrolová (2013) se zabývá především technologickými vlivy na kvalitu kukuřičné siláže.

Metodická příručka “Zásady využívání potenciálu silážních a konzervačních přípravků při výrobě kvalitních a hygienicky nezávadných konzervovaných krmiv” autorů Rajčáková a Mlynář (2009) se zabývá hlavně použitím konzervačních přípravků při výrobě kukuřičných, ale i jiných siláží.

Popisem kritérií pro výběr hybridů kukuřice na siláž a doporučením pro jejich použití se nezabývá žádná jiná certifikovaná metodika.



## IV. Popis uplatnění metodiky

Základem pro výběr hybridů zůstanou informace z ÚKZÚZ, od prodejců osiv, poradců, uživatelů, z médií, případně na základě vlastních experimentů a zkušeností. Z ÚKZÚZ mají farmáři informace o hospodářských vlastnostech hybridů, které jsou věcně vázány na území našeho státu a vycházejí z požadavků zadavatele. Pokud si tedy zadavatel objedná zkoušku pro zrnový hybrid, je hybrid označen jako zrnový. Sledované ukazatele pro silážní a zrnový hybrid mají totiž v ÚKZÚZ odlišné. Rozdíly mohou být ale i uvnitř skupiny hybridů.

Národní systém hodnocení silážních hybridů kukuřice má poněkud odlišný cíl. Poskytne farmářům výsledky již uznaných hybridů (v ÚKZÚZ), nezávislé a stanovené pomocí jednotných postupů. Předložená metodika by měla poskytnout široké zemědělské praxi návod podle jakých kritérií vybírat hybridy pro pěstování a sklizeň na siláž nebo na zrno, případně pro využití v bioplynových stanicích. Práce vznikla na základě požadavku Svazu chovatelů českého strakatého skotu, z.s., který postrádá pro své členy ucelené, jednotné a nezávislé informace o krmivářské kvalitě jednotlivých silážních hybridů. Jedná se hlavně o jednotné a nezávislé porovnání hybridů jednotlivých osivářských firem mezi sebou. Svaz a jeho členové (chovatelé dojnic) budou také hlavním uživatelem výsledků.

Rozsah uplatnění metodiky je široký, v podnicích zemědělské prvovýroby, podnicích služeb pro zemědělství, u výrobců zemědělských strojů i ve školství na všech stupních počínaje odborným školstvím. Při své práci mohou metodiku využít certifikovaní poradci pro výživu zvířat, pracovníci chovatelských svazů, osivářských firem, zemědělských laboratoří i kolegové výzkumníci. Na základě výsledků experimentů uskutečněných v rámci řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210128 v porovnání s výsledky odrůdových zkoušek ÚKZÚZ, studia literatury a zkušeností z praxe může každý pěstitel udělat vlastní rozbor argumentů pro a proti a podle doporučených kritérií vybrat ty hybridy, které pro jeho podmínky a účely potřebuje.



## V. Ekonomické aspekty

Kukuřice je pěstována zhruba na třinácti procentech výměry orné půdy v ČR. Je velmi významným krmivem pro výživu skotu, je využitelná v bioplynových stanicích i v potravinářství. V ÚKZÚZ je každoročně uznáno pro využití na českém trhu několik desítek nových kukuřičných hybridů. Nabídka je velmi vysoká. Jak se v ní ale vyznat? Jak si vybrat hybridy, které by měly požadované vlastnosti a u kterých by byl dosažen požadovaný výnos a požadovaná kvalita živin? Jak zajistit, aby využití vybraných hybridů ve výživě hospodářských zvířat nebo v bioplynových stanicích bylo ziskové a ne ztrátové? Na to by předložená metodika měla dát jasnou, nebo alespoň postačující odpověď.

V ekonomickém hodnocení aspektů výživy zvířat je třeba odlišit pěstování kukuřice na siláž a na zrno, případně podle dalších produktů jako jsou CCM (Corn Cob Mix), LKS (Lieschen Kolben Schrott), vlhké zrno atd. Náklady lze klasifikovat podle různých hledisek, nejčastěji podle druhu (materiál, odpisy, náklady osobní a ostatní) a účelu (přímé a nepřímé). Rozhodující v tom je ale kvalita siláží. Manipulace, dopravní a skladovací náklady jsou dražší, když je produkována nekvalitní siláž, nebo když ztratí kvalitu neodborným zacházením, myšleno odběrem siláže ze silážního žlabu. Na druhé straně je ale nutné započítat výnosy, k nimž patří i dotace. U siláží do kalkulace vstupují i hospodářská zvířata, přičemž pak vyčíslení rentability je problematické, protože do kalkulace vstupují hybridy jako vlastní krmivo. Náklady na pěstování kukuřice na zrno jsou vyšší než na siláž (cca 22 vs 17 tisíc Kč na ha). Problémy jsou i s přesnějším vyčíslením nákladů na tunu vyrobené siláže, obvykle se uvádí, že náklady nejdou pod 550 Kč na tunu. Rozdíly ve vlastních nákladech různých podniků jsou veliké. Velkým problémem pro celkové hodnocení rentability výroby kukuřice a nákladovosti jsou vnitropodnikové ceny, které jsou u jednotlivých podniků velmi různé. Vnitropodnikové ceny totiž (aby se vyrovnaly dotace, které jdou hlavně do rostlinné výroby) jsou často mnohem nižší než tržní.



Na ekonomickém hodnocení se nepodílí jen výnos sklizené biomasy a technologické faktory, ale také například stravitelnost živin, která určuje produkční účinnost vyrobené siláže. (Oba a Allen, 1999). Dochází tak nejen ke zvýšení produkční účinnosti krmiva, ale i ke zvýšení příjmu krmiva. Zvýší-li se pouhým výběrem správného hybridu stravitelnost NDF o 4 %, což je reálné, může se zvýšit produkce mléka v zemědělském podniku až o jeden litr na dojnici a den. Správným výběrem hybridu lze tak výrazně zlepšit ekonomickou situaci daného podniku.

Lze předpokládat, že do pěti let po ukončení projektu budou výsledky využívány u cca 10 % chovatelů dojnic (tj. produkce cca 270 mil. litrů mléka za rok) a za předpokladu, že díky využití výsledků bude dosaženo zisku 1 % z celkových tržeb za mléko, bude celkový zisk 21 mil. Kč. Pokud budou farmáři využívat vhodnější hybridy s nadprůměrnou stravitelností NDF a pracovat s přesnějšími čísly (ne zastaralými z tabulek),lepší se využitelnost krmiv a sníží důsledky metabolických poruch dojnic zhruba o 5 %, což lze ale obtížně odhadnout i vyčíslit. Záleží na podmínkách jednotlivých farem.



## VI. Seznam použité a související literatury

- ANDRAE, J.G., HUNT, C.W., PRITCHARD, G.T., KENNINGTON, L.R., HARRISON, J.H., KEZAR, W., MAHANNA, W. 2001 *Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of maize silage on intake and digestibility by beef cattle*. J. Anim. Sci. 79, 9: 2268–2275.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 18<sup>th</sup> Ed. AOAC International. USA. 1298.
- BAL, M.A., COORS, J.G., SHAVER, R.D. 1997 *Impact of the Maturity of Corn for Use as Silage in the Diets of Dairy Cows on Intake, Digestion, and Milk Production*. J. Dairy Sci. 80: 2497–2503.
- BAL, M.A., SHAVER, R.D., SHINNERS, K.J., COORS, J.G., LAUER, J.G., STRAUB, R.J., KOEGEL, R.G. 2000 *Stage of maturity, processing, and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage*. Animal Feed Science and Technology, 86, 1–2: 83–94.
- BALLARD, C.S. et al. 2001 *Effect of Corn Silage Hybrid on Dry Matter Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestion, Intake by Dairy Heifers, and Milk Production by Dairy Cows*. J. Dairy Sci., 84, 2:442–452.
- BARRIÈRE, Y., EMILE, J.C., TRAINÉAU, R., SURAULT, F., BRIAND, M. 2004 *Genetic variation for organic matter and cell wall digestibility in silage maize. Lessons from a 34-year long experiment with sheep in digestibility crates*. Maydica: 115–126.
- BOON, E.J.M.C, STRUIK, P.C., ENGELS, F.M. CONE, J.W., 2012 *Stem characteristics of two forage maize (Zea mays L.) cultivars varying in whole plant digestibility. IV. Changes during the growing season in anatomy and chemical composition in relation to fermentation characteristics of a lower internode*. NJAS-Wageningen J. Life Sci. 59, 1–2: 13–23.
- BUXTON, D.R., MUCK, R.E., HARRISON, J.H. 2003 *Silage Science and Technology*. Madison, Wisconsin, USA: 1–927.
- CARPENTIER, B., CABON, G. 2011 *Forage maize: elaboration of yield and quality, harvest, and conservation*. Fourrages, 205: 11–23.

- CONE, J.W., VAN GELDER, A.H., VAN SCHOOTEN, H.A., GROTEN, J.A.M. 2008 *Effects of forage maize type and maturity stage on in vitro rumen fermentation characteristics*. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, 55, 2: 139–154.
- CORREA, C.E.S., PEREIRA, M.N., OLIVEIRA, S.G., RAMOS, M.H. 2003 *Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain texture*. Scientia Agriculture, 60: 621–629.
- Commission Regulation (EC) No 152/2009, 2009. of 27 January 2009, laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed. Official Journal of the European Union. L 54.: 1–130.
- COX, W.J., CHERNEY, J.H. 2005 *Timing corn forage harvest for bunker silos*. Agron. J., 97: 142–146.
- ČSN 467090 *Vzorkování krmiv*, 1996.
- ČSN 467092 *Metody zkoušení krmiv*, 1998.
- ČSN EN ISO 16472 (ČSN 467095) *Krmiva – Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny po úpravě vzorku amylázou (aNDF)*, 2012.
- ČSN P CEN ISO/TS 17764-2 (467096) *Krmiva – Stanovení obsahu mastných kyselin - Část 2: Metoda plynové chromatografie*, 2014.
- DLG-Praxishandbuch *Futterkonservierung 2006 Bundesarbeitskreis Futterkonservierung; 7. völlig überarb. u. akt. Aufl.*; DLG-Verlag, Frankfurt am Main:1–353.
- DI MARCO, O.N., AELLO, M.S., NAMDEDEU, M., VAN HOUTTE, S. 2002 *Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility in vivo, in situ and in vitro*. Animal Feed Science and Technology, 99, 1–4: 37–43.
- DOLEŽAL, P. et al. 2012 *Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat*. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc. ISBN 978-80-87091-33-3.
- EBLING, T.L., KUNG, L. Jr. 2004 *A Comparison of Processed Conventional Corn Silage to Unprocessed and Processed Brown Midrib Corn Silage on Intake, Digestion, and Milk Production by Dairy Cows*. Journal of Dairy Science. 87, 8: 2519–2526.



- FARRELL, A.D., GILLILLAND, T.J. 2011 *Yield and quality of forage maize grown under marginal climatic conditions in Northern Ireland*. Grass and Forage Science, 66: 214–223.
- FERNANDEZ, I., MARTIN, C., CHAMPION, M., MICHALET-DOREAU, B. 2004 *Effect of Corn Hybrid and Chop Length of Whole-Plant Corn Silage on Digestion and Intake by Dairy Cows*. J. Dairy Sci., 87, 5:1298–1309.
- FILYA, I., SUCU, E. 2010 *The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage*. Grass and Forage Sci. 65, 4: 446–455.
- FREY, T.J., COORS, J.G., SHAVER, R.D., LAUER, J.G., EILERT, D.T., FLANNERY, P.J. 2004 *Selection for silage quality in the Wisconsin Quality Synthetic and related maize populations*. Crop Sci. 44, 4: 1200–1208.
- GIVENS, D I., DEAVILLE, E.R. 2001 *Comparison of major carbohydrate fractions and cell wall digestibility in silages made from older and newer maize genotypes grown in the UK*. Anim. Feed Sci. Techn., 89, 1–2: s. 69–82.
- HAIGH, P.M. 1995 *Chemical composition and energy value of maize silage made on farms in England and Wales 1984–92*. Journal of Agricultural Engineering Research, 60: 281–287.
- HETTA, M., MUSSADIQ, Z., GUSTAVSSON, A.M., SWENSSON, C. 2012 *Effects of hybrid and maturity on performance and nutritive characteristics of forage maize at high latitudes, estimated using the gas production technique*. Anim. Feed Sci. Techn., 171, 1: 20–30.
- IVAN, S.K., GRANT, R.J., WEAKLEY, D., BECK, J. 2005 *Comparison of a Corn Silage Hybrid with High Cell-Wall Content and Digestibility with a Hybrid of Lower Cell-Wall Content on Performance of Holstein*. J. Dairy Sci. 88, 1: 244-254.
- JENSEN, C., WEISBJERG, M.R., NØRGAARD, P., HVELPLUND, T. 2005 *Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows*. Anim. Feed Sci. Techn. 118, 3-4, 4, 279-294.
- JOHNSON, L., HARRISON, J.H., HUNT, C., SHINNERS, K., DOGGETT,

- C.G., SAPIENZA, D. 1999 *Nutritive Value of Corn Silage as Affected by Maturity and Mechanical Processing: A Contemporary Review*. J. Dairy. Sci. 82, 12: 2813–2825.
- KOŽNAROVÁ, V., KLABZUBA, J. 2002 Doporučení WMO pro popis meteorologických, resp. klimatologických podmínek definovaného období. Rostlinná výroba, roč. 48, č. 4: 190–192.
- KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNER, A., TAUBE, F. 2008 *Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach*. European Journal of Agronomy, 28: 210–223.
- KUNG, L. Jr., MOULDER, B.M., MULROONEY, C.M., TELLER, R.S., SCHMIDT, R.J. 2008 *The Effect of Silage Cutting Height on the Nutritive Value of a Normal Corn Silage Hybrid Compared with Brown Midrib Corn Silage Fed to Lactating Cows*. J. Dairy. Sci., 91, 4: 1451–1457
- LAUER, J. 2008 *Key Management Decisions for Producing Corn Silage*. SATA Conference in Padenghe sul Garda, Italy, November 28, 2006, University of Wisconsin: 1–6.
- LOPES, J.C., SHAVER, R.D., HOFFMAN, P.C., AKINS, M.S., BERTICS, S.J., GENCOGLU, H., COORS, J.G. 2009 *Type of corn endosperm influences nutrient digestibility in lactating dairy cows*. Journal of Dairy Science, 92: 4541–4548.
- Mc DONALD, P. – HENDERSON, A.R. – HERON, S.J.E. 1991 *The Biochemistry of Silage (Second edition)*. Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publications: 1–340.
- MERTENS, D.R. 2002 *Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study*. J. Assoc. Off. Assoc. Chem. Int. 85, 6: 1217–1240.
- MITRÍK, T., VAJDA, V. 2009a *Efektívna výroba kukuričnej siláže – stanovenie správnej fázy pre zber = monitoring silážnej zrelosti*. In: Kukuřice objemné krmivo. Limagrain: 12–16.
- MITRÍK, T., VAJDA, V. 2009b *Efektívna výroba kukuričnej siláže – vzťah medzi obsahom sušiny a silážnou zrelosťou*. In: Kukuřice objemné krmivo. Limagrain: 17–18.



- MORENO-GONZÁLEZ, J., MARTÍNEZ, I., BRICHETTE, I., LÓPEZ, A., CASTRO, P. 2000 *Breeding Potential of European Flint and U.S. Corn Belt Dent Maize Populations for Forage Use*. *Crop Sci.* 40: 1588–1595.
- OBA, M., 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*. *J. Dairy. Sci.* 82, 3, 589–596.
- PETRIKOVIČ, P. a kol. 2000 *Výživná hodnota krmív*. I. a II. časť, vydanie I., Slovenský Chov: VÚŽV Nitra, Publikácie VÚŽV Nitra, 2, ISBN 80-88872-12-X.
- PEYRAT J., NOZIÈRE P., LE MORVAN A., FÉRARD A., PROTIN P.V., BAUMONT R. 2014 *Effects of ensiling maize and sample conditioning on in situ rumen degradation of dry matter, starch and fibre*. *Animal Feed Science and Technology*. 196: 12–21.
- PHILIPPEAU, C., MICHALET-DOREAU, B. 1997 *Influence of genotype and stage of maturity of maize on rate of ruminal starch degradation*. *Anim. Feed Sci. Techn.* 68, 1–2: 25–35.
- PHILIPPEAU, C., MICHALET-DOREAU, B. 1998 *Influence of genotype and ensiling of corn grain on in-situ degradation of starch in the rumen*. *J. Dairy. Sci.*, 81: 2178–2184.
- PILIPAVICIUS, V., MIKULIONIENE, S. 2010 *Effects of maize maturity stage and concentration of dry matter on maize silage fodder value*. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 8, 2: 691–694.
- QIU, X., EASTRIDGE, M.L., WANG, Z. 2003 *Effects of Corn Silage Hybrid and Dietary Concentration of Forage NDF on Digestibility and Performance by Dairy Cows*. *J. Dairy. Sci.* 86, 11: 3667–3674.
- RAJČÁKOVÁ, L., MLYNÁR, R. 2009 *Zásady využívania potenciálu silážnych a konzervačných prípravkov pri výrobe kvalitných a hygienicky nezávadných konzervovaných krmív. (Metodická príručka)*. Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra: 1–47.
- SAPIENZA, D.A. 2002 *Pioneer tripartite method: linking nutrient content to*



- availability: 27–40. In: 64th Mtg. Cornell Nutrition conference for Feed Manufacturers, 23–25. Oct. Cornell University, Ithaca, New York.
- SATTLER, S.E., FUNNELL-HARRIS, D.L., PEDERSEN, J.F. 2010 *Brown midrib mutations and their importance to the utilization of maize, sorghum, and pearl millet lignocellulosic tissues*. Plant Science, 178, 3: 229–238.
- THOMAS, E.D., MANDEBVU, P., BALLARD, C.S., SNIFFEN, C.J., CARTER, M.P., BECK, J. 2001 *Comparison of Corn Silage Hybrids for Yield, Nutrient Composition, In Vitro Digestibility, and Milk Yield by Dairy Cows*. J. Dairy. Sci. 84: 2217–2226.
- TŘINÁCTÝ J. a kol. 2013 *Hodnocení krmiv pro dojnice*. Pohořelice: AgroDigest s.r.o.: 1–650.
- TŘINÁCTÝ, J., RICHTER, M., KŘÍŽOVÁ, L. 2010 *Hodnocení kukuricné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006*. Agrovýzkum Rapotín s.r.o.: 1–36.
- 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.
- WANG, P., SOUMA, K., KOBAYASHI, Y. IWABUCHI, K. SATO, C. MASUKO, T. 2010 *Influences of Northern Leaf Blight on corn silage fermentation quality, nutritive value and feed intake by sheep*. Anim. Sci. J., 81, 4: 487–493.
- WEISS, W.P., WYATT, D.J. 2000 *Effect of Oil Content and Kernel Processing of Corn Silage on Digestibility and Milk Production by Dairy Cows*. J. Dairy. Sci. 83, 2: 351–358.
- WEISS, W.P., WYATT, D.J. 2002 *Effects of Feeding Diets Based on Silage from Corn Hybrids that Differed in Concentration and In Vitro Digestibility of Neutral Detergent Fiber to Dairy Cows*. J. Dairy. Sci. 85, 12: 3462–3469.
- ZEMAN, L. a kol. 1995 *Katalog krmiv*. VÚVZ Pohořelice, 1–466.
- ZEMAN, L. a kol. 2006 *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 1. vydání, Praha: Profi Press, s.r.o., 1–360.
- ZIMOLKA, J. a kol. 2008 *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*, Praha: Profi Press, 1–200.



## VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

(všechny s dedikací na projekt NAZV QJ1210128)

- LANG, J., JAMBOR, V., VOSYNKOVÁ, B., NEDĚLNÍK, J., LOUČKA, R., TŘINÁCTÝ, J., KUČERA, J., TYROLOVÁ, Y. 2013 *Hodnocení výnosů a kvality silážních hybridů kukuřice*. Zpravodaj Svazu chovatelů českého strakatého skotu 1/2013: 10–13. ISSN: 1214–8016.
- LANG, J., NEDĚLNÍK, J., JAMBOR, V., LOUČKA, R., TŘINÁCTÝ, J., KUČERA, J., TYROLOVÁ, Y. 2014 Yields and quality of silage maize hybrids grown under different climatic conditions. In: *Forage Conservation. Sborník referátů ze 16 mezinárodní konference pořádané Mendlovou univerzitou ve spolupráci s NutriVet s r. o. Pohořelice, Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou Nitra, Výzkumným ústavem živočišné výroby Praha a Výzkumným ústavem rostlinné výroby Praha*. Brno, Mendlova univerzita v Brně: 129–131.
- LANG, J., LOUČKA, R., NEDĚLNÍK, J., JAMBOR, V., TYROLOVÁ, Y., VOSYNKOVÁ, B., TŘINÁCTÝ, J., KUČERA, J. 2014 *Hodnocení výnosů a kvality silážních hybridů kukuřice*. Zpravodaj Svazu chovatelů českého strakatého skotu. ISSN: 1214–8016.
- LANG, J., LOUČKA, R., NEDĚLNÍK, J., JAMBOR, V., TYROLOVÁ, Y., VOSYNKOVÁ, B., TŘINÁCTÝ, J., KUČERA, J. 2014 *Hodnocení výnosů a kvality silážních hybridů kukuřice*. Úroda 7/2014, s. 24–26. ISSN: 0139-6013.
- LOUČKA, R. a TYROLOVÁ, Y. 2013 *Správná praxe při silážování kukuřice*. Certifikovaná metodika. Praha Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.,
- LOUČKA, R., JAMBOR, J., KUČERA, J., LANG, J., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J., TYROLOVÁ, Y., 2013 *The evaluation of quality of silage hybrids by new national system*. 2013, In 15th International Conference For-



- ge Conservation, Nový Smokovec, 24.-26.9.2013, APRC Nitra Lužianky, : 69–70. ISBN 978-80-89418-29-9
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., KUČERA, J., LANG, J., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J., TYROLOVÁ, Y. 2013 *Hodnocení kvality silážních hybridů novým národním systémem*. *Náš chov* 11: 64–68. ISSN: 0027-8068.
- LOUČKA, R., LANG, J., JAMBOR, V., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J., TYROLOVÁ, Y. & KUČERA, J. 2014 *Verifikovaný metodický postup získávání a zpracování hodnot v národním systému hodnocení silážních hybridů kukuřice*. Metodika, Troubsko: Zemědělský výzkum s.r.o., Troubsko, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., NutriVet, Svaz chovatelů českého strakatého skotu.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., KUČERA, J., LANG, J., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J., TYROLOVÁ, Y. 2014 The nutritive quality of maize hybrids in experiments at Troubsko and Uhřetěves. In: *Forage Conservation. Sborník referátů ze 16 mezinárodní konference pořádané Mendlovou univerzitou ve spolupráci s NutriVet s r. o. Pohořelice, Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou Nitra, Výzkumným ústavem živočišné výroby Praha a Výzkumným ústavem rostlinné výroby Praha*. Brno, Mendlova univerzita v Brně: 83–84.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., KUČERA, J., LANG, J., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J., TYROLOVÁ, Y. 2014 *Vliv čísla ranosti hybridu kukuřice na nutriční ukazatele*. *Krmivářství*. 18, 3: 21–24.
- LOUČKA, R. 2014 *Význam volby kritéria při rozhodování*. *Téma týdne: Kukuřice a výběr silážních hybridů*. *Zemědělec*, 22, 47: 13–24.
- LOUČKA, R. 2014 *Cíl silážování, metody a prostředky*. *Téma týdne: Sklizeň kukuřice a její konzervace*. *Zemědělec*, 22, 34: 11–17.
- LOUČKA, R., JAMBOR, V., KUČERA, J., LANG, J., NEDĚLNÍK, J., TŘINÁCTÝ, J. & TYROLOVÁ, Y. 2015 *Odhad produkce mléka z hybridů kukuřice*. *Náš chov*, 75, 3: 62–65.
- NEDĚLNÍK J. a kol. 2011 *Výroba kukuřičné siláže z různých fyziologických typů hybridů kukuřice*. Certifikovaná metodika. Zemědělský výzkum spol. s r.o. Troubsko: 1–36.



NEDĚLNÍK, J., LANG, J., JAMBOR, V., VOSYŇKOVÁ, B., LOUČKA, R., TŘINÁCTÝ, J., KUČERA, J., TYROLOVÁ, Y. 2013 *Výnosy a kvalita silážních hybridů kukuřice v nezávislém hodnocení*. Úroda 6: 14–16. ISSN: 0139-6013.

TŘINÁCTÝ, J., NEDĚLNÍK, J., LANG, J., LOUČKA, R., KUČERA, J., JAMBOR, V. 2013 *Kvalita škrobu kukuřičných hybridů ve výživě dojníc*. Úroda, 12, vědecká příloha: 114–119. ISSN 0139-6013.



## VIII. Závěr

Cílem metodiky je doporučit zemědělské veřejnosti kritéria pro výběr hybridů kukuřice na siláž. V úvodu jsou popsány základní charakteristiky kukuřice. V dalších kapitolách jsou popisovány faktory, např. stravitelnost NDF, obsah a degradovatelnost škrobu, chutnost, silážovatelnost, ranost, rychlost dozrávání rostlin, odolnost, termín a způsob sklizně. Na výčet faktorů, které jsou pro výběr hybridů kukuřice na siláž důležité, navazuje informace o nutričních a fermentačních ukazatelích. Stěžejní částí metodiky je doporučení metod hodnocení hybridů, včetně několika příkladů.

Věříme, že předložená metodika dává postačující odpověď, jak se v široké nabídce hybridů vyznat a jak vlastnosti a schopnosti, které kukuřice má, co nejlépe využít ve výživě hospodářských zvířat nebo v bioplynových stanicích.



## Seznam autorů s vyjádřením podílu práce:

Ing. R. Loučka, CSc., Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha Uhřetěves	30 %
Ing. J. Lang, Ph.D., Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubsko	20 %
Ing. V. Jambor, CSc., NutriVet s.r.o., Pohořelice	10 %
RNDr. J. Nedělník, CSc., Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubsko	10 %
Dr. Ing. J. Třináctý, Zemědělský výzkum spol. s r.o., Troubsko	10 %
Ing. Y. Tyrolová, Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., Praha Uhřetěves	10 %
doc. Dr. Ing. J. Kučera, Svaz chovatelů českého strakatého skotu, z.s.	10 %



Vydavatel: Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko,  
Zahradní 1, 644 41 Troubsko

**Editor:** Ing. Radko Loučka, CSc.

Vydání: první (10/2015)

Náklad: 300 výtisků

Počet stran: 64

Grafická úprava: Jana Adamová

Tisk: Agriprint, s.r.o., Wellnerova 7, 779 00 Olomouc

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.

ISBN **dodat**