

# Management silážování kukuřice

Silážní kukuřice je označována za královnu pěstnic sacharidové povahy, vyznačující se snadnou silážovatelností, vysokým výnosem suché hmoty (až 18–20 t/ha) a energie z 1 ha plochy a plně mechanizovanou sklizní. Krmná hodnota objemných krmiv obecně rozhoduje nejen o denní produkci, ale i o denním dobrovolném příjmu sušiny. Ten je do velké míry závislý nejen na výživné hodnotě, ale i na chutnosti krmné dávky a také na živinové vyváženosti. Důležitá je proto energetická hodnota, neboť podmiňuje využití ostatních živin. Kukuřičné siláže zvyšují prostřednictvím vyššího obsahu škrobu dostupnost energie pro bachorovou mikroflóru a mají tak i pozitivní vliv na produkci mikrobiálního proteinu a obsah mléčné bílkoviny.

**Ing. Jan Pazdera, Ph.D.,**

je absolventem Mendelovy univerzity v Brně v oboru Zemědělské inženýrství a také Slovenské poľnohospodárskej univerzity v Nitre, kde v roce 2024 zakončil studium Ph.D. ve studijním programu Agrochémia a výživa rastlín. V současné době pracuje jako regionální obchodní zástupce společnosti KWS OSIVA s. r. o. a je blízkým spolupracovníkem prof. MVDr. Ing. Petra Doležala, CSc., z Mendelovy univerzity v Brně.



Kukuřičná siláž se tak stala v našich klimatických podmínkách dominantním objemným krmivem ve směsných krmných dávkách (TMR) skotu a často zaujímá až 50% podíl krmné dávky. Kukuřičné siláže patří svým obsahem a kvalitou škrobu mezi nejvýznamnější zdroje energie z objemných krmiv pro přeživkavce, zejména dojnice. V 1 kg sušiny obsahuje v rozmezí 28 až 30 % škrobu a 9 až 10,5 % dusíkatých látek. Koncentrace energie NEL se pohybuje v rozmezí 6,2 až 6,8 MJ/kg sušiny. Tato relativně velká variabilita ve výživné hodnotě, zejména v koncentraci energie, je ovlivněna nejen volbou odrůd, respektive zastoupením zrna na sušině celé rostliny, vegetačním stadiem sklizně, habitem rostliny, klimatickými podmínkami (celkové množství a rozdělení srážek, teplotní průběh – tzv. vliv ročníku), ale také hustotou výsevu a dalšími agrotechnickými faktory, například úrovní výživy a hnojením.



Obr. 1 – Dokonalé udusání je základním předpokladem úspěchu  
Foto Jan Pazdera

Kvalitní kukuřičná siláž by měla mít obsah sušiny na úrovni 30 až 35 % a obsah hrubé vlákniny maximálně 20–21 %. Z hlediska zařazení kukuřičné siláže do TMR je nezbytné sledovat celkovou koncentraci škrobu v 1 kg sušiny krmné dávky a dbát na to, aby celková koncentrace nepřevyšila hodnotu 30 %. Škrob kukuřičných siláží se vyznačuje nižší bachorovou degradovatelností než škrob z jiných obilnin, a tím se dostává větší podíl do střevního traktu, kde je efektivněji zhodnocován na glukózu. Při zkrmování kukuřičné siláže ve srovnání se zelenou pící kukuřice bylo zjištěno, že kukuřičné siláže ovlivnily složení mléčného tuku, který obsahoval vyšší hodnotu nasycených mastných kyselin. Kvalitní kukuřičná siláž tak sehrává důležitou stabilizační úlohu v krmných dávkách přeživkavců, a to nejen v zimním, ale i v letním krmném období.

## Obecné zásady pro management sklizně kukuřice

Sklizeň a konzervace krmiv obecně, tedy i silážní kukuřice, je týmová práce, vyžadující plnou souhru nasazených technologických linek na poli i ve skladech. Proto má neodmyslitelnou úlohu kontrola všech kritických bodů při sklizni a plnění žlabů či PE vaků, aby se odstranila všechna potenciální rizika spojená se znehodnocením krmiva.

Z technologického hlediska je nezbytné zabezpečit správný termín sklizně, zamezit znečištění půdou a nastavit vhodnou délku řezanky (vždy ve vztahu k obsahu sušiny silážované hmoty). Zajistit dokonalý stupeň narušení zrna, zejména ve vyšším stupni zralosti kukuřice a zvolit správnou strategii aplikace vhodného silážního aditiva. Maximální pozornost je také potřeba věnovat managementu dusání a dokonalému uzavření silážního prostoru.



Obr. 2 – Důkladné zakrytí žlabu je základním předpoklad úspěšné fermentace  
Foto Jan Pazdera

Zahájení sklizně kukuřice je rovněž ovlivněno volbou odrůd kukuřice z pohledu čísla FAO a rychlosti dozrávání. Termín zahájení sklizně bude ovlivněn i celkovou velikostí plochy pěstované silážní kukuřice, aby sklizeň byla zabezpečena při optimálním obsahu sušiny. Z toho důvodu se doporučuje, aby s ohledem na velikost pěstované plochy byly vybírány vždy minimálně čtyři až pět odrůd, podle rychlosti dozrávání, počítat s tím, že za „normálních“ podmínek se sušina zvyšuje denně zhruba o půl procenta a sklizeň začíná u porostu s obsahem sušiny asi 28 % tak, aby poslední sklizená biomasa měla průměrný obsah sušiny 34 až 35 %. Správné načasování sklizně zajišťuje v siláži optimální množství sušiny a energie. Zahájení sklizně trochu dříve je obvykle lepší než čekat příliš dlouho. Obecně je vždy horší kukuřičná siláž, která je trochu sušší, než kukuřičná siláž trochu vlhčí. Zralejší kukuřičná siláž bude mít vyšší podíl zrna, a navíc sušší a tvrdší zrna, více škrobu, méně cukrů a méně stravitelnou hrubou vlákninu než dříve sklizená kukuřice. Aby byla kukuřice sklizena v optimální fázi, doporučuje se naplánovat tzv. sklizňové okno.

## Technologické požadavky při sklizni a skladování

Je nutné upozornit, že bez respektování základních technologických doporučení pro sklizeň a konzervaci kukuřice nelze připravit kvalitní krmivo. K těm hlavním nedostatkům patří zejména následující výčet:

- Příliš časná sklizeň (obsah sušiny <28 %) snižuje celkový výnos, celkový zisk energie vlivem nižší koncentrace energie ve sklizené hmotě a celkově nižší výživnou hodnotu a zvyšuje se riziko odtoku silážních šťáv.

- Naopak při pozdní sklizni (obsah sušiny >35–40 %) má silážní kukuřice nižší stravitelnost organických živin, vyšší obsah hrubé vlákniny a ligninu, dochází ke snížení dietetické hodnoty a k riziku výskytu mykotoxinů. Sklizená hmota s vyšším obsahem sušiny má náročnější úpravu řezanky, silážovaná hmota se obtížněji dusá a zrna je většinou již hodně vyžralé a vyžaduje větší mechanické narušení (speciální adaptér corn-cracker). Velká část nenarušených zrn prochází trávicím traktem bez využití do výkalů.

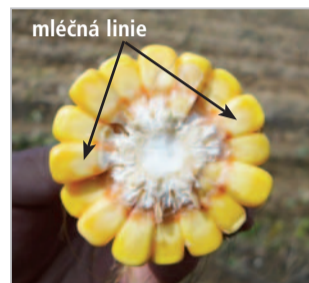
- Způsob dozrávání a sklizňové okno: hybridy s rychle dozrávajícím zbytkem rostlin mají úzké sklizňové okno (sušina se při dozrávání prudce zvyšuje), a proto je nutné je sklízet při sušině 28–30 %; u SG (tzv. stay green hybridy) hybridů dozrává palice na zelené rostlině a sklizeň má širší sklizňové okno při sušině okolo 35 % bez rizika ztráty dobré silážovatelnosti hmoty.

- Sklizeň kukuřice je třeba zahájit tak, aby byla dokončena v optimální sušině (zelené porosty s vyzrálými palicemi).

- Je třeba se vyvarovat sklizně za deštivého počasí – riziko redukce bakterií mléčného kvašení a kontaminace silážní hmoty půdními bakteriemi (můžeme ovlivnit volbou vyššího strniště) a také minimalizovat znečišťování silážní hmoty ve žlabu přepravní technikou. Při vyšším str-

Obsah živin v 1 kg sušiny v různých fázích růstu kukuřice na siláž (Doležal et al. 2012)

Ukazatel	Jednotka	Zralost (% sušiny)			
		mléčná	voskově-mléčná	mléčně-vosková	vosková
Sušina	(g/kg)	20	25	30	35
Sušina	(g/kg)	1000	1000	1000	1000
Hrubý protein	(g/kg)	98	96	94	88
PDIN	(g/kg)	59	58	56	46
PDIE	(g/kg)	69	70	72	75
Hrubá vláknina	(g/kg)	254	256	222	206
NEL	(MJ/kg)	5,9	6,2	6,3	6,5
NEV	(MJ/kg)	5,8	6,1	6,2	6,5
Cukry	(g/kg)	7	12	9	7
Škrob	(g/kg)	215	265	290	340



Obr. 3 – Mléčná linie zrna kukuřice  
Foto Daniel Bíro

ništi (0,5 m a více) dochází u sklizené hmoty ke zvýšení koncentrace energie a zlepšení stravitelnosti organických živin řezanky.

- Délka řezanky je determinována obsahem sušiny a stupněm zralosti kukuřice a pohybuje se v rozmezí 8–12 (15) mm. Nedodržení správné délky a struktury řezanky má za následek nedostatečný stupeň udusání, vyšší poréznost siláže, riziko tepelného poškození a pomnožení škodlivé mikroflóry (kvasinky, plísně). Velký důraz je kladen rovněž na dokonalé narušení zrna.

- Použití aditiv: slouží k usměrnění fermentačního procesu, zkrácení respirační fáze, ke zkrácení doby silážní fermentace, inhibici nežádoucí mikroflóry a k dosažení vyšší výživné hodnoty a lepší aerobní stability siláže. I když lze kukuřici silážovat i bez aditiv, jejich přidavek zvyšuje jistotu vyšší kvality, neboť rychlým oxyselením se redukuje aktivita enterobakterií a tím dochází ke snížení ztrát při fermentaci.

- Uskladnění siláže je častý problém v praxi, který do jisté míry vede i k větším ztrátám. Platí obecné pravidlo, že velkoobjemové silážní žlaby se naskladňují od zadního čela žlabu tzv. do klínu, aby byla optimální možnost intenzivního dusání (obr. 1) a zároveň se zmenšila celková plocha vystavena aeraci. Častým prohřeškem je dlouhodobé plnění po celém prostoru silážního žlabu, organizačně neřešeným nesouladem mezi výkonností sklízecích rezaček a kapacitou plnění a hlavně dusání. (Pokračování na str. 19)

inzerce

(Dokončení ze str. 18)

Dokonalé dusání hmoty nesmí být podceněno, neboť tato operace rozhoduje o budoucí kvalitě siláže. Platí zásada, že objem 1 m<sup>3</sup> kukuřičné siláže má obsahovat optimálně 200–220 kg sušiny (700–750 kg hmoty). Dobře dusání a správným dusacím mechanismům musíme věnovat maximální pozornost.

■ **Zakrývání siláže:** dokonalé a včasné zakrytí silážního prostoru významně ovlivňuje výslednou kvalitu siláže; pokud je technologickým cílem anaerobní prostředí, je nezbytné, aby se zabránilo přístupu vzduchu do skladovacího prostoru (obr. 2), neboť vzduch do siláže nepatří! Každý průnik vzduchu a vody znamená vždy znehodnocení kukuřičné siláže (CO<sub>2</sub> patří k hlavním kvasným plynům a může být v siláži zastoupen v množství 5–12 % a je nezbytné zabránit jeho úniku mimo uzavřený silážní žlab, či PE vak). CO<sub>2</sub> má inhibiční efekt na skupinu aerobních mikroorganismů, ukončení dýchání a metabolismu sacharidů, vytěsněním O<sub>2</sub> se podílí na vytvoření anaerobního prostředí, čímž inhibuje mikrobiální zahřívání a zlepšuje hygienickou jakost siláže.

■ **Aerobní stabilita siláží:** nerespektování obecně platných zásad při silážování vede k tomu, že se výsledné kukuřičné siláže vyznačují nízkou aerobní stabilitou, která způsobuje nejen velké energetické ztráty krmiva, ale především riziko rychlého mikrobiálního znehodnocení (kvasinky a plísňe) a tepelného poškození. Aerobní stabilita je ovlivněna celou řadou faktorů (teplota → obsah sušiny a lehce rozpustných sacharidů → stav a složení mikrobiální populace → množství a poměr fermentačních produktů v interakci s hodnotou pH → způsob odběru hotových siláží). Mikrobiální zahřívání kukuřičných siláží nad 30 °C je příznakem hrubé technologické nekázně a je doprovázeno nárůstem nežádoucí mikroflóry, zvýšenou ztrátou sušiny, energie a degradací již vytvořené kyseliny mléčné. Nevhodný odběr siláží bývá častým a velkým nešvarem v řadě podniků. Managementu uskladnění a odběru siláží by měla být věnována větší pozornost.

### Stanovení termínu sklizně silážní kukuřice

Na rozdíl od ostatních jednoletých pícnin dochází u silážní kukuřice během vegetace ke snižování obsahu hrubé vlákniny a zvyšování koncentrace energie z důvodu zvyšování podílu palice a zrna na celkové hmotnosti rostliny. Nejvhodnější termín sklizně kukuřice je z krmivářského hlediska v mléčně-voskové až těstovité zralosti zrna (obsah sušiny 28–35 %), kdy končí syntéza škrobu v zrnech a kdy je dosaženo nejvyšší koncentrace energie v celé rostlině (tabulka). V další fázi vegetace se již koncentrace energie nezvyšuje, stejně jako hodnota stravitelnosti živin. Z těchto důvodů je vhodné na přelomených palicích sledovat tzv. mléčnou čáru, která velmi přesně koreluje se stupněm asimilace živin, zejména škrobu, a tím i se stupněm zralosti celé kukuřice. Když mléčná čára dosáhne 2/3 zrna, je vhodné začít silážovat (obr. 3). To je platné pro tradiční odrůdy kukuřice s tzv. rychlým dozráváním zbytku rostliny (stéblo, listy). Pro úspěšný průběh fermentace platí zásada, že čím je obsah sušiny vyšší, tím kratší musí být



Obr. 4 – Cílem sklizně je dosažení vyzrálé palice na zelené rostlině



Foto Jan Pazdera

délka řezanky (<10 mm) při současném zajištění důkladného narušení zrna. Doporučuje se, aby při obsahu sušiny <30 % byla délka řezanky 15–20 mm, při obsahu sušiny >32–35 % délka nižší než 10 mm (6–8 mm). Naopak u pomalejšího a rovnoměrného dozrání zbytku rostlin (SG hybridy) se doporučuje sklízet a silážovat při relativně vyšším obsahu celkové sušiny (nad 33–35 %), tj. při nižším obsahu sušiny zbytku rostliny (21–24 %) – obr. 4. Tyto hybridy mají zpravidla lepší zdravotní stav, neboť není povrchový parenchym nijak poškozen a není vstupní branou pro infekci. Pokud máme využít výnosový potenciál těchto hybridů, je vhodné se sklizni vyčkat až do ukončení ukládání škrobu v zrnech, jež probíhá pozvolněji. V opačném případě při příliš časně sklizni není plně využit genetický výnosový potenciál, protože škrob je ukládán pozvolna a dlouhodoběji (transformace sacharidů na škrob). Menší uložení škrobu v zrnech snižuje nejen koncentraci energie v 1 kg sušiny siláže, ale také má negativní vztah ke stravitelnosti organické hmoty. Výživná hodnota kukuřičných siláží je determinována zejména vegetačním stadiem při sklizni, obsahem sušiny, ale také podílem palice na celé rostlině. Významný vliv se přisuzuje také hybridům kukuřice a kvalitě fermentačního procesu, zejména první aerobní fázi, která do velké míry může ovlivnit výslednou koncentraci energie.

Koncentrace energie (NEL = netto energie pro laktaci skotu, NEV = netto energie pro výkrm) se v rostlině zvyšuje v uvedených růstových fázích. Mění se však druh energie a její využitelnost. Lehce dostupná energie z cukrů je ve stéble s postupem zrání přeměňována v méně dostupnou formu – celulózu, lehce dostupná energie v zrnu se mění v méně dostupnou – ve škrob. V rostlině s obsahem sušiny kolem 25 % je přebytek lehce dostupných cukrů, proto při silážování často dochází k hlubokému prokyselení až na pH < 3,7. Rostliny se sušinou kolem 30 % obsahují ještě dostatek lehce dostupných cukrů k tomu, aby mohla fermentace proběhnout optimálně.

S měnící se sušinou se mění i průběh a výsledek fermentace. Nízké pH a úzký poměr kyseliny mléčné k octové nejsou pro fermentaci kukuřičných siláží příliš žádoucí. Kukuřičné siláže o nízké sušině kolem 20 % jsou charakteristické spíše octovým kvašením, jejich fermentace

probíhá pomaleji, za vzniku mnoha nežádoucích látek a vyšších ztrát. U siláží kukuřice s původní sušinou kolem 25 % dochází k vysokému prokysání z důvodu až příliš vysokého obsahu lehce dostupných cukrů.

### Závěr

Kukuřičné siláže jsou významným objemným sacharidovým krmivem s dobrou stravitelností organických živin. Kvalitní kukuřičné siláže sehrávají důležitou úlohu pro stabilitu směsné krmné dávky a bacherového prostředí dojníc. Jejich kvalita a výživná hodnota tak významně ovlivňují celkový produkční a ekonomický efekt krmné dávky. S přihlédnutím k tendencím využívání hmoty kukuřice při silážování s vyšším obsahem sušiny řezanky (40 i přes 40 %) v souvislosti s povětrnostními podmínkami, může docházet při konzervaci a následném zkrmování k určitým technologicko-výživářským problémům. Tyto problémy nesouvisí jen s délkou a kvalitou řezanky, s technologicko-technickými problémy spojenými s obtížným udusáním, ale zejména se zhoršenou aerobní stabilitou a hygienickou kvalitou výsledných siláží. Při konzervaci silážní kukuřice s vyšším obsahem sušiny dochází k určitému omezenému průběhu fermentačního procesu a nižší tvorbě fermentačních produktů, včetně konzervující kyseliny mléčné. Tato tendence je dále úzce spojena s rizikem tepelného mikrobiálního poškození včetně snížení výživné hodnoty.

Ing. Jan Pazdera, Ph.D.,<sup>1,2</sup>  
 prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.,<sup>3</sup>  
 prof. Ing. Miroslav Juráček, Ph.D.,<sup>4</sup>  
 Dr. h. c. prof. Ing. Daniel Bíro, Ph.D.,<sup>4</sup>

<sup>1</sup>KWS OSIVA s. r. o.,

<sup>2</sup>Ústav agronomických věd, Fakulta agrobiologie a potravinových zdrojů (FAPZ), Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

<sup>3</sup>Ústav výživy zvířat a pícninářství, Agronomická fakulta (AF), Mendelova univerzita v Brně,

<sup>4</sup>Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiologie a potravinových zdrojů (FAPZ), Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre