

CESTA INTENSIVNÍ VÝROBY KUKUŘIČNÉ SILÁŽE ČI VYUŽITÍ PŘÍRODNÍCH ZPŮSOBŮ

The way of intensive corn silage production or using of natural methods

Jaroslav TOMÁŠEK, Pavel CIHLÁŘ

Česká zemědělská univerzita v Praze

Abstrakt Podíl kukuřice na krmné dávce zaujímá celosvětově 58 %. V ČR pokračuje zájem o pěstování kukuřice a pokračuje zvyšování plochy. Vzhledem k environmentálním aspektům zemědělství a nařízení dochází k otázce jakým směrem kukuřici pěstovat. V pokusech vedených na FAPPZ jsou na základě čtyřletých výsledků nastíněny dva směry: intenzivní a biologický. Intenzivní směr nabízí kombinaci různých typů hnojiv a aplikací. Biologický způsob využívá půdní bakterie a parazitické houby pro zvýšení výnosu. U obou metod dochází ke zvýšení sušiny siláže o 3-19 %. V pokusu jsou metodiky, jak vypěstovat dostatek siláže a je jen na pěstiteli, jakou si vybere metodu, či kombinaci.

Klíčová slova: kukuřice, siláž, výnos, hnojení pod patu, půdní bakterie, *Pythium oligandrum*

Abstract: The share of maize ration has global 58%. Interest in growing corn in the Czech Republic continues. Increasing maize area in recent years occurred. Today, the question is which direction to grow corn, due to environmental aspects of agriculture and the regulations of the European Union. Two directions: intense and biological, on base of four years trials (2013-2016) were been laid. Intense direction offers a combination of different types of fertilizers and the method of application. The biological method uses soil bacteria and parasitic fungi to increase yields. In both methods, there is an increase of dry matter silage of 3-19%. Methodologies to produce sufficient silage are given in original experiments. It is only the farmer's choice which method or combination of methods will be used on the field.

Key words: maize, silage, yield, underfoot fertilizing, soil bacteria, *Pythium oligandrum*

Úvod

Existuje mnoho otázek, jak bude vypadat zemědělství po roce 2020, jaká bude výše dotací, podpora obnovitelných zdrojů z EU, nařízení či omezení pěstování kukuřice na problematických pozemcích (eroze, maximální svažitost), zároveň si klademe otázku, která je podstatnější, a to, jak bude vypadat porost kukuřice tento rok. Zvolili jsme správný hybrid, postup založení porostu a optimální výživu?

Z našich zkušeností je patrné, že kukuřice není tak vděčná plodina jako řepka. I když kukuřici nakrmíme nad výsost, není zaručené, že se nám vložené prostředky vrátí. Zároveň, i přesto, že výživu kukuřice opomeneme, může nám dát velmi dobrý výnos kvalitní siláže. Nicméně promyšlená výživa, včetně výběru správného hybridu je začátkem pěstitelského úspěchu.

V současné době se nacházíme v programovém období společné zemědělské politiky, která podporuje agroenvironmentální opatření, postupy pěstování rostlin šetrné k životnímu prostředí a je dost dobře možné, že se budou kritéria použití pesticidů a hnojiv zpřísnovat. Je tedy vhodné založit porosty kukuřice s maximální možnou výživou, intenzivně, nebo využít i postupy, které ze své podstaty využívají přírodní mechanismy a zdroje? Pokusíme se nabídnout obě alternativy, vycházející z pokusů, které jsme na České zemědělské univerzitě v minulých čtyřech letech ověřovali.

První způsob je intenzivní, využívá plné dávky hnojiv, jejich kombinace a aplikace hnojiv pod patu. Druhý, alternativní způsob, je založen jednak na principu mykoparasitismu a za druhé na schopnosti některých půdních bakterií (*azotobacter*, *pseudomonas*, *rhizobium*), fixovat dusík z forem nevyužitelných pro rostlinu.

Statistická data. Na základě výsledků osevů ČR k 31. 5. 2015 dosáhla v ČR výměra všech obilnin pěstovaných pro sklizeň v roce 2015 celkové rozlohy 1 403,4 tis. ha. Byl tedy znovu potvrzen trend stabilizace osevních ploch, kdy se osevni plocha pěstovaných obilnin pohybuje kolem

výměry 1500 tis. ha. Nejvyšší vzestup osevních ploch byl zaznamenán u ječmene jarního a pšenice, zároveň mírně došlo ke snížení plochy zrnové kukuřice (-0,5%). Z odhadů Evropské Komise ze září 2015 bylo v aktuálním marketingovém roce 2015/2016 z celkové plochy 57,5 mil. ha obilnin sklizeno 304,8 tun, z čehož kukuřice zaujímá 58,4 mil. tun.

Obecně se u kukuřice potvrzuje zájem zemědělské prvovýroby na jejím pěstování, o čemž svědčí 12,5 %-ní nárůst osevních ploch oproti roku 2003. Nepřetržitý trend růstu osevních ploch této plodiny je vykazován již od roku 1998.

Světové ceny obilovin v období od začátku kalendářního roku 2015 do května 2015 převážně klesaly, přičemž nejvýraznější pokles zaznamenaly ceny pšenice. Cena kukuřice se pohybovala na Evropských trzích od 4870 - 4125 Kč/t (přepočítáno kurzem 25 Kč/1 USD).

Aktuální globální sklizeň kukuřice pro marketingový rok 2015/2016 odhadlo IGC v září 2015 na 966,9 mil. tun, což znamená meziroční pokles produkce o 37,8 mil. tun (o 3,8 %). Tento pokles produkce je způsoben zejména nižší sklizní kukuřice v EU, USA, Argentině, Brazílii a na Ukrajině. I přes menší pokles globálního užití kukuřice o 1 % na 970,4 mil. tun, je tato úroveň spotřeby nicméně stále druhou nejvyšší spotřebou kukuřice po rekordní úrovni 2014/2015. Kukuřice je ve světě nejvíce vyžívanou krmnou obilovinou, která se na celkové krmné spotřebě letos podílí z 58 %.

Spotřeba kukuřice na krmiva je odhadována na úrovni 559,9 mil. tun, což je o 1,8 % méně než loni vzhledem k poklesu spotřeby kukuřice v USA a EU. Rekordní by v tomto roce měla být průmyslová spotřeba na úrovni 267,3 mil. tun, tj. 27,5 % z celkové spotřeby, zahrnující nadpoloviční podíl produkce USA na etanol pro výrobu paliva. Největší pokles spotřeby kukuřice o 9,8 mil. tun je předpokládán v EU z důvodu poklesu sklizně.

Metodika pokusu

Pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě v letech 2013-2016. Předplodinou byla vždy pšenice ozimá. Proběhla standardní příprava půdy po předplodině – na podzim střední orba, na jaře standardní příprava a urovnání pozemku pro kukuřici. Byla aplikována hnojiva na široko, při výsevu byla další aplikace hnojiv pod patu. Setí proběhlo vždy 5. května (+-1 den v jednotlivých letech). Byly vybrány dva hybridy různých společností – KWS: Ronaldinio, CEZEA Čejč: Celio (oba dva FAO 250). Pokusná varianta byla založena ve čtyřech opakováních. Velikost jedné parcelky (opakování) byla 30 m² (4 řádky po

10 m – kromě poloprovozní plochy a pokusu s půdními bakteriemi). Byla zvolena klasická mezirádková vzdálenost 75 cm. Během vegetace probíhala ošetření dle metodiky v tabulce 1,2,3. Sklizeň proběhla vždy 15. 9. na siláž a koncem října (2013-2015) a 14. 10. 2016 na zrno. Obsah sušiny siláže byl zjištěn z každého opakování – zvážení čerstvé hmoty (cca 600-900 g), po usušení při teplotě 105°C na 12 h a zvážení. Zrno bylo vymláčeno na kombajnu na pozemku a byla zjištěna sušina. Hmotnosti byly přepočítány na hektarový výnos.

Tab. 1: Metodika pokusu – Kombinace různých dávek a termínů aplikace hnojiv (Ronaldinio); 2015

varianta	Hnojení	dávka hnojiva kg/ha	celk N kg/ha	zpsůb aplikace
Z10	močovina před setím	174	80	na široko
Z11	močovina před setím	261	120	na široko
Z12	močovina před setím	348	160	na široko
Z30	DAM+herbicide Preemergentní aplikace	205	80	na široko
Z31	DAM+herbicide Preemergentní aplikace	308	120	na široko
Z32	DAM+herbicide Preemergentní aplikace	410	160	na široko
Z33	močovina před setím	174	80	na široko
	LAV fáze 6-ti listů	148	40	na široko
Z34	močovina před setím	174	80	na široko
	Wigor S před setím	50		na široko
	LAV fáze 6-ti listů	148	40	na široko
Z20	Močovina + Wigor	261+50	120	na široko
Z21	Močovina + Wigor	261+50	120	pod patu
Z22	Močovina	261	120	pod patu

Tab. 2: Intenzivní výživa kukuřice (Celio, 2013-2015)

označení varianty	popis varianty	dávka hnojiva kg/ha	Celková dávka N v kg/ha
kontrola	močovina 160	350	160
Ensin+CornStarter	Ensin (na široko)+Corn Starter (pod patu)	500+200	160
SA+Lovostart+DAM	Síran Amonný (granul.) na široko, Lovostart (pod patu) + DAM na půdu BBCH 14	500+200+200	160

Tab. 3: Pokus s alternativní výživou kukuřice (Ronaldinio)

označení varianty	přípravek	dávka	fáze aplikace/růstu	čistá dávka kg N/ha - na široko	pokusné roky	velikost sklizňové parcely (m ²)
Prosaro	Prosaro	0,75 l/ha	BBCH 60	120	2013-2016	30
Kontrola	–			120	2013-2016	30
Pythium	Pythium oligandrum	100 g/ha	od 4.-6.listu	120	2013-2016	30
		100 g/ha	květ	120		
Poloprovoz Pythium	Pythium oligandrum	100 g/ha	od 4.-6.listu	120	2015	240
		100 g/ha	květ	120		
Poloprovoz Kontrola	–			120	2015	240
HIRUNDO	HIRUNDO®	1 l/ha+400 l vody	na půdu, při vlhkém počasí, ne slunce, BBCH 14	120	2014	58,5
		0,5 l/ha+400 l vody	na půdu, při vlhkém počasí, ne slunce, BBCH 14	120	2014	58,5
FIX H+N	FIX-H+N®	1 l/ha+400 l vody	na půdu, při vlhkém počasí, ne slunce, BBCH 14	120	2014	58,5
		1 l/ha+400 l vody	na půdu, při vlhkém počasí, ne slunce, BBCH 14	120	2014	58,5
Prometheus CZ	Prometheus®CZ	vody	na půdu, při vlhkém počasí, ne slunce, BBCH 14	120	2014	58,5
LAV - kontrola	–			120	2014	58,5

Výsledky

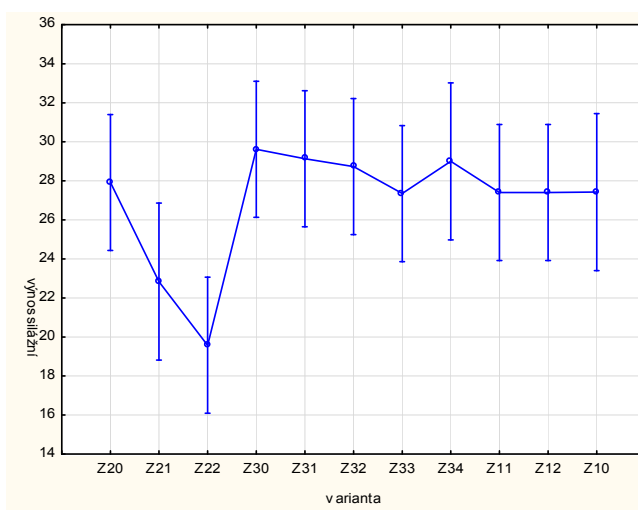
Během pokusných let jsme zkoušeli různé způsoby výživy. V grafu 1 jsou znázorněny výsledky jednoletého pokusu s různými způsoby a dávkami hnojiv. Z grafu 1 vyplývá, že aplikace hnojiva pod patu zapříčinila v roce 2015 nižší výnosy zelené hmoty (Z21 – Z22). Močovina aplikovaná s Wigorem na široko (Z20) dosáhla vyššího výnosu zelené hmoty, než stejné hnojivo aplikované pod patu (Z21). Zařadili jsme i „nelogickou“ aplikaci močoviny pod patu (Z22), která se projevila v průkazně nejnižším výnosu zelené hmoty. Při porovnání pokusů řady Z30 jsme zjistili, že stupňující preemergentní dávka DAMu nemá vliv na zvyšování výnosu zelené hmoty. Z30 varianta s 80 kg N/ha DAM má srovnatelný výnos s variantou Z31 (120 kg N/ha) a Z32 (160 kg N/ha). Postupná dávka dusíku varianty Z34 (močovina + Wigor před setím + LAV ve fázi 6. listů) dosáhla vyššího výnosu o necelé 2 tuny v porovnání s podobnou variantou (Z33 – rozdíl pouze v absenci Wigoru). Zjišťovali jsme také vliv různých dávek dusíku: 80 kg/ha (Z10), 120 kg/ha (Z11), 160 kg/ha (Z12) a mezi těmito variantami nebyly zjištěny rozdíly ve výnosech.

Z pokusu vyplývá, že nezáleželo ani tak na množství hnojiva, jako na způsobu aplikace a jeho typu.

Další intenzivní výživu kukuřice na siláž a na zrno reprezentují výsledky tříletého pokusu s vysokou dávkou celkového dusíku v tabulce 4. Z těchto výsled-

ků vyplývá, že hnojivo Ensin aplikované před setím na široko + Corn Starter pod patu mělo dlouhodobě vysoké výnosy zelené hmoty (38,0 t/ha v porovnání s kontrolní variantou 36,2 t/ha, +5%), v suché hmotě + 7,7 % a při zjištění výnosu zrna v suché hmotě dokonce + 19,6 %. Velmi dobrých výsledků bylo docíleno kombinací síranu amonného na široko + Lovostart pod patu a DAM ve fázi BBCH 14. Tato aplikace se vyznačovala ještě vyšším výnosem zrna (5,56 t/ha v porovnání s kontrolní variantou 4,64 t/ha).

Graf 1: Vliv různých dávek a termínů aplikace hnojiv na výnos silážní hmoty (t/ha; Ronaldinio; 2015)



Tab. 4: Vliv intenzivního hnojení na růst kukuřice (Celio; 2013-2015)

varianta	výnos zelené hmoty t/ha	obsah sušiny (%)	výnos suché hmoty t/ha	výnos čerstvé hm. zrna t/ha	výnos sušiny zrna t/ha
kontrola	36,16	32,5	11,72	6,93	4,64
SA+Lovostart+DAM	36,64	33,0	12,00	8,16	5,56
Ensin+CornStarter	37,99	33,5	12,59	8,24	5,47

Tab. 5: Vliv *Pythium oligandrum* na výnos silážní hmoty u kukuřice; 2013-2016

Varianta	Výnos čerstvé hmoty t/ha	Výnos suché hmoty t/ha	Obsah sušiny (%)	Statistická průkaznost na $\alpha=0,95^x$
Kontrola	47,49	27,75	37,39	****
Prosaro	47,96	28,33	38,08	****
Pythium	50,87	29,66	38,69	****

**** – hvězdičky pod sebou ve sloupci signalizují průměry statisticky neprůkazné (HSD Tukey test ANOVA)

Další část pokusů je věnována pokusům s alternativní výživou, kombinovanou se střední dávkou N. Výnos zelené hmoty byl přepočítán na 80 tis. sklizňových rostlin. Údaje o výnosech slouží především k zjištění rozdílu mezi variantami. V tabulce 5 a 6 jsou zobrazeny výsledky s *Pythium oligandrum*, komerční přípravek Polyversum. V maloparcelkovém pokuse (tab. 5) bylo ve čtyřech pokusných letech zjištěno, že u varianty s *Pythiem* docházelo k trendu vyššího výnosu zelené hmoty, mírně zvýšenému obsahu sušiny rostlin a následně i k vyššímu výnosu suché hmoty (38,69 t/ha při porovnání s kontrolou 37,39 t/ha, což činí +3,5 %). Tyto hodnoty mohou být reálnými čísly u pěstitelů.

V poloprovozním pokusu, který byl založen v roce 2015, byl vliv aplikace *Pythia* silnější. Musíme ovšem připomenout, že pro růst a vývoj rostlin kukuřice byl rok 2015 velmi nepříhodný. Zejména nedostatek srážek působil příšusky porostů kukuřic. Aplikace alternativních přírodních postupů může mít v těchto nepříznivých letech výraznější efekt, jak bylo zjištěno v tabulce 6. Porosty ošetřené *Pythiem* měly trend vyššího výnosu (72,64 t/ha čerstvé hm. ve srovnání s 65,41 t/ha u kontroly). U výnosu zrna byla zjištěna také vyšší hodnota výnosu – a to 10,24 t/ha suché hm. v porovnání s hodnotou kontrolní varianty 9,32 t/ha.

Tab. 6: Vliv *Pythium oligandrum* na výnos silážní hmoty u kukuřice – poloprovozní pokus 2015

kukuřice	silážní - celé rostliny		zrno		
	výnos zelené hmoty t/ha	výnos suché hm. t/ha	výnos čerstvé hmoty t/ha	výnos suché hm. t/ha	obsah sušiny (%)
Kontrola	65,41 a	23,13 a	13,15 a	9,32 a	70,8
Pythium	72,64 a	26,22 a	14,35 a	10,24 a	71,4

a – průměry se stejnými písmeny jsou statisticky neprůkazné na $\alpha=0,05$. Tukeyův HSD test

Dalším alternativním pokusem, kterým jsme se zabývali, byla aplikace různých půdních bakterií do porostu kukuřice. Zde bylo nutné dodržet přísné aplikační pokyny, především neaplikovat přípravky na suchou půdu, za přímého slunečního svitu a horka. Přípravky byly aplikovány při mírném dešti, na mokrou půdu ve fázi BBCH 14-16, dle metodiky tabulky 3. V současné době je do kukuřice registrovaný pouze přípravek FIX-H+N[®], který v našich pokusech dosáhl velmi vysokého výnosu

(49,67 t/ha čerstvé hmoty celých rostlin ve s kontrolní variantou 43,39 t/ha). V řepce a máku registrovaný přípravek Prometheus@CZ dosáhl ještě vyššího výnosu zelené hmoty a to statisticky průkazně oproti kontrole. Stejně i průkazně nejvyššího výnosu suché hmoty 19,96 t/ha versus kontrolní varianta 16,73 t/ha. Naopak přípravek Hirundo neměl na výnos u kukuřice žádný vliv (tab. 7).

Tab. 7: Vliv půdních bakterií na výnos zelené a suché hmoty (Ronaldinio, 2014)

varianta	výnos zelené hmoty t/ha	statistická průkaznost		výnos suché hmoty t/ha	statistická průkaznost	
LAV - kontrola	43,39	****		16,73	****	
HIRUNDO [®]	43,94	****		16,30	****	
FIX H+N [®]	49,67	****	****	18,62	****	****
PROMETHEUS@CZ	51,03		****	19,96		****

**** – hvězdičky pod sebou ve sloupci signalizují průměry statisticky neprůkazné (HSD Tukey test ANOVA)

Závěr

Z výsledků během pokusných let vyplynuly určité trendy. Hovořili jsme o intenzivní formě výroby siláže, která je jednodušší na obsluhu, na detailní poznání místních podmínek prostředí a půd, přináší stabilní vysoké výnosy. Pro správný růst kukuřice je důležité, kromě zvolení správného hybridu a termínu setí, vhodně kombinovat hnojiva před setím na široko. Vysokého výnosu bylo docíleno kombinací Ensinu s Lovostartem pod patu, síranu amonného s Lovostartem pod patu a přihnojení DAMem během vegetace na půdu, ideálně s kypřením či plečkováním. Umístění hnojiva pod patu může mít významný vliv pro počáteční růst kukuřice a mělo by zahrnovat fosforečné hnojivo (Amofos, CornStarter nebo NPK a další). Otázkou je zda-li uložení hnojiva k jedné straně nepůsobí nerovnoměrné rozložení kořenového systému a také nebude-li mít na určitých půdách vliv na nižší výnos. V našich pokusech jsme dosáhli vyššího výnosu s aplikací hnojiva na široko, ač z počátku byly rostliny nižší než u aplikace hnojiva pod patu. V pokusech jsme dále zjistili pozitivní vliv aplikace síry (zminěný Wigor S – v dávce 50 kg/ha v roce 2015). Dávka N na našich pokusech neměla takový vliv jako způsob a termín aplikace. Dávka močoviny se sírou před setím a přihnojení LAV v průběhu vegetace byla výnosnější, stejně tak preemergentní aplikace DAMu ve srovnání jen s kontrolní močovinou. Optimální dávku N jsme stanovili na 120 kg čistého N/ha, kdy je zajištěn dostatečný výnos.

Dalším způsobem získání vysokého výnosu bylo použití různých půdních organismů a hub. *Pythium oligandrum* v komerčním přípravku Polyversum během

pokusných let zvyšovalo výnos silážní hmoty. Je potřeba dbát na správnou aktivaci houby, na aplikaci v optimálním termínu a za příznivých povětrnostních podmínek (ne sucho, bez přímého slunce).

Zkoušeli jsme půdní organismy na bázi *azotobacteru*, *psedomonas* a *rhyzobia*. V pokusném roce 2014 došlo k průkaznému zvýšení výnosu silážní hmoty použitím přípravku Prometheus_CZ, který není v kukuřici registrován. Registrovaný přípravek FIX-N+H dosáhl zvýšení výnosu suché hmoty o 11,3 % suché hmoty celých rostlin. U přípravků na bázi půdních bakterií se uvádí schopnost fixovat 40-80 kg N na hektar z nepřístupných půdních forem.

U biologických metod je nutné vhodně zvolit i aplikovat účinnou substanci. Výsledky těchto metod jsou závislé na průběhu ročníku. Jejich efektivita je zpravidla vyšší v ročníkách s horšími pěstitelskými podmínkami, kdežto minerální hnojiva fungují prakticky vždy – pokud ovšem není dlouhotrvající sucho jako v roce 2015, kdy hnojiva ležela v půdě bez změn déle jak měsíc a rostliny neměly v počátečních vývojových fázích startovací dávku makroprvků.

Kombinace testovaných způsobů výživy kukuřice je jen zlomek toho, co se dá v kukuřici využít. Pěstitel musí především znát svoji půdu a zjišťovat deficience makroprvků a podle klimatických podmínek zvolit rozumnou výživu ať již jde cestou minerálních hnojiv, biologických metod či kombinací.

Kontaktní adresa

Ing. Jaroslav Tomášek, Ph.D., Výzkumná stanice FAPPZ Červený Újezd, ČZU v Praze, Tomasek@af.czu.cz