

## Vliv aplikace mikrogranulovaných hnojiv při setí na produkci cukrové řepy

EFFECT OF MICROGRANULATED FERTILIZERS APPLICATION AT SOWING ON SUGAR BEET PRODUCTION

Jan Brinar, Josef Pulkrábek, Lucie Bečková

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

Chceme-li při pěstování cukrové řepy dosáhnout odpovídajícího výnosu s přijatelnou kvalitou, musíme rostlinám zajistit dostatečný příjem živin v průběhu celé vegetace (1). Dostatek živin není sám o sobě všelékem (2, 3), důležité je, aby byly ve vhodném poměru přijatelném pro cukrovou řepu a dostupné po celou dobu její vegetace. Z přijímaných živin je dusík ukládán zhruba stejným dílem do bulev i do chrástu, zatímco draslík, vápník, hořčík i síra zůstávají převážně míře v chrástu. Naopak fosfor spíše v kořeni. Ve výživě cukrovky se příznivě uplatňují i další prvky (Na, Cl) a z mikroelementů zvláště bór a mangan. Odběr živin cukrovkou závisí na agroekologických podmínkách, pěstované odrůdě a dosaženém výnosu. V průměru cukrová řepa odčerpá na 1 t bulev s odpovídajícím výnosem chrástu 4,4 kg N, 0,7 kg P, 5,6 kg K, 2,0 kg Ca, 0,8 kg Mg a 0,9 kg Na (4).

Jedním z vhodných termínů, kdy jsou důležité živiny do půdy aplikovány je i setí. V současné době většina výrobců secích strojů pro cukrovou řepu nabízí adaptéry pro hnojení pod patu s uložením hnojiva těsně vedle uloženého osiva. Nejčastěji je ke hnojení při setí využíván Amofos, trojitý superfosfát nebo

jednoduchý granulovaný superfosfát. Vhodně tak dodáme rostlině nezbytný fosfor, případně i dusík a zajistíme tak rozvoj kořenového systému (1).

V poslední době jsou však často využívána speciální hnojiva, zpravidla mikrogranuláty, cíleně vyrobené pro tuto formu aplikace. Tato hnojiva jsou speciálně vyvinutá k dodání potřebných makroprvků, zejména fosforu, a stopových prvků do blízkosti osiva. Tím umožňují mladým, klíčícím rostlinkám rychlejší nástup do vegetace a mohutnější rozvoj kořenového systému. Mikrogranule (velikosti 0,5–1 mm) zajišťují mnohonásobně vyšší kontakt s osivem nebo mladými rostlinkami a snadněji je zásobují živinami v počátečních fázích růstu. Hnojiva tohoto typu umožňují díky specifické formulaci mnohem efektivnější využití živin než tradiční hnojiva, a tím umožňují snížit dávku hnojiv při setí, což jednak snižuje množství hnojiva na hektar, ale také zjednodušuje logistiku a urychluje seťové práce díky menším prostojům při plnění. Usměrněná aplikace mikrogranulátů do blízkosti osiva v průběhu setí zajistí přímý kontakt s kořenovým vlášením, a tím umožní rychlé využití dodaných vodorozpustných živin (5).

Obr. 1. Secí stroj Tempo TPL 18 MIDI Väderstad se zásobníkem na osivo a mikrogranulát





Obr. 2. Výsev pokusu s hnojením mikrogranulátem



Obr. 3. Podzimní hluboké zpracování půdy dlátovým pluhem TerraStrip ZN



Obr. 4. Detail – zpracování půdy dlátovým pluhem s roztečí dlát 45 cm



### Jarní příprava a založení porostu

Jarní, předsetová příprava půdy navazuje na podzimní kypření a má podstatný vliv na pravidelné vzházení rostlin, vyrovnanost porostu i výnos a kvalitu sklizně (6). Cílem jarní přípravy půdy pro cukrovku je konečné dorovnání pozemku, rozmělnění hrud, úprava fyzikálních vlastností půdy, vytvoření pevného lůžka při šetření půdní vláhou. Pro jarní přípravu konkrétního pozemku nelze dát jednotný návod, přesto však musí být respektovány hlavní faktory kterými jsou hloubka předsetového kypření, sled a počet pracovních operací, přímá vazba výsevu na předsetovou přípravu a stav půdy v době zásahu. Cílem je připravit půdu pro rychlé a stejnoměrné vzházení osiva cukrovky a dosažení vysoké vzešlosti a kompletnosti porostu i v méně příznivých teplotních a vlhkostních podmínkách (7). Na ukončenou přípravu půdy musí bezprostředně v jednom dni navazovat setí. Pěstitel nemůže ovlivnit nástup jara, ale měl by být připraven tak, aby při vhodném počasí a zralosti půdy zasel co nejrychleji (8). V příznivých podmínkách by měla být cukrovka zasetá během 5–7 dnů. Je třeba si uvědomit, že chyby při založení porostu už těžko můžeme odstranit.

Brzké založení porostu na pozemku, kde bylo zadrženo více zimních srážek, je rozhodující prioritou nejen v aridních oblastech. Přípravou půdy na podzim a jarním mělkým povrchovým zpracováním půdy je významně šetřena zimní vláha v půdě (8). Omezením přejezdů pozemku dochází ke snížení zhutňování a ke snížení produkce skleníkových plynů (zejména CO<sub>2</sub> a doprovodných plynů z provozu strojů se spalovacími motory).

### Aplikace hnojiva při setí

Technologie hnojení rostlin „pod patu“ umožňuje cílenou aplikaci hnojiv zpravidla současně se setím plodiny. Vzházející rostliny zaseté touto technologií dokážou lépe překlenout období od vyčerpání zásob živin v semeni do doby, kdy rostlina začíná asimilovat a její kořenová soustava není plně rozvinuta. Kvalitní hnojivo určené pro tento účel musí obsahovat všechny živiny ve vodorozpustné formě a ve správném poměru, který zajistí jejich synergické působení. Nejvýznamnější je kombinace amonné formy dusíku, fosforu s dalšími makro a mikroprvky. Hnojení při setí nemůže zajistit porost živinami po celou dobu vegetace, avšak v prvních fázích vývoje napomáhá lepšímu růstu, tvorbě sušiny a odolnosti vůči stresovým faktorům.

Vhodná hnojiva pro tuto aplikaci obsahují kromě základních živin, dusíku, fosforu a draslíku, i řadu dalších přidaných mikroživin a dalších růst podporujících látek, vše ve vodorozpustné formě okamžitě přijatelné kořenovým systémem rostlin (1). Jedině komplexní hnojivo má předpoklady pro využití při souběžném setí s osivem a uložením pod nebo vedle osiva. Po aplikaci těchto hnojiv dochází v půdním

prostředí, díky obsahu vody a teplotě, k rozpadu hnojiva na menší částice a rozpouštění živin, které se začnou rychle absorbovat a vytvářet půdní roztok.

Na rozdíl od některých zemí EU (Nizozemsko, Anglie, Německo, Dánsko a další), kde jsou během vegetace pěstovaných plodin většinou vyšší srážky než u nás, nebo tam, kde jsou využívány závlahy, je nutné zejména v oblastech s ročním úhrnem srážek pod 600 mm věnovat větší pozornost výběru vhodných systémů pro lokální aplikaci hnojiv do různé hloubky půdy a vzdálenosti od osiva, stanovení optimální dávky hnojiva s vhodnou formou živin (9).

Hnojiva s nižší pohyblivostí živin nebo s jejich vazbou na jílové minerály v půdě (P, K, amonná forma dusíku, polymerizovaná močovina apod.) je možné aplikovat do větší hloubky (150–250 mm). RŮŽEK ET AL. (10) uvádí, že hlubší aplikace připadá v úvahu jen na plochách s mocnějším orníčním profilem a s dobrou strukturou půdy. Aplikaci je vhodné provést s větším časovým odstupem před setím (např. již na podzim k jarním plodinám). Naopak do horních 50–100 mm půdy je výhodné při setí aplikovat tzv. startovací hnojiva s nízkou koncentrací a optimálním poměrem živin pro danou plodinu, nebo běžná minerální hnojiva s živinami dobře pohyblivými v půdě. Přitom hnojiva obsahující sírany, chloridy či klasickou močovinu se doporučuje aplikovat do větší vzdálenosti od osiva (min. 50 mm), zatímco například močovinu s inhibitory ureázy (UREAstabil) je možné aplikovat do blízkosti osiva (20–30 mm) nebo při nižších dávkách přímo k osivu. V oblastech s častými přísuškami se zvyšuje využití živin z aplikovaných hnojiv při jejich umístění do provlhčené půdy ze strany blízko k osivu, kde přispívá k lepšímu vodnímu režimu voda ze srážek stékající během vegetace po listech.

Často je významnou součástí těchto hnojiv využívaných pro hnojení při setí plodiny i zinek. Díky chemické vazbě zinku do podvojně soli je doba jeho předpokládaného uvolňování z granulátu prodloužena na několik měsíců po aplikaci a rozpadu granulí. Jde o podvojnou sůl fosforečnanu amonno-zinečnatého, která napomáhá, že zinek se uvolňuje pozvolně v takovém množství, které je rostlina schopná přijmout po dobu celé vegetace a podle chemického, mikrobiologického, teplotního a vlhkostního stavu půdy (5).

Tab. I. Vliv aplikace mikrogranulovaných hnojiv při setí na strukturu vzešlého porostu cukrové řepy

Varianta	Vzešlost porostu (%)	Průměrný počet rostlín (tis. ks·ha <sup>-1</sup> )	Maximální počet rostlín (tis. ks·ha <sup>-1</sup> )	Minimální počet rostlín (tis. ks·ha <sup>-1</sup> )
2020				
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	84,6	104,9	116	84
NutriBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	85,1	105,5	118	84
Kontrola	83,7	103,7	116	88
2021				
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	85,8	109,9	118	102
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	85,6	109,6	120	100
Kontrola	86,8	111,1	118	102

### Materiál a metody

V rámci projektů PRV byl pro setí cukrové řepy ZD Haná ověřován přesný univerzální secí stroj Tempo TPL 18 MIDI Väderstad s aplikátorem pro hnojení při setí. Secí stroj Tempo zajišťuje přesnou vzdálenost jednotlivých semen, rovnoměrnou hloubku setí a nepřekrývající se výsev na souvatcích. Souprava pro mikrogranulát zajišťuje přesné ukládání startovacího hnojiva, látky proti slimákům nebo pesticidů do výsevní drážky nebo na ni během setí. Mikrogranulát lze ukládat nahoru na osivo, do výsevní drážky nebo na povrch pole. Individuální elektrický pohon jednotlivých dávkovačů mikrogranulátu umožňuje postupné vypínání řádků mikrogranulátu spolu s osivem a hnojivem.

Poloprovozní pokusy hodnotící vliv hnojení mikrogranuláty aplikovanými při setí na produkční ukazatele porostu cukrové řepy byly založeny metodou dlouhých dílců 31. března 2020 v lokalitě Dubčany a 30. března 2021 v Senici. Sledované mikrogranuláty aplikované při výsevu do výsevní rýhy byly porovnávány s nehnojenou kontrolou. Sledován byl mikrogranulát NutriBOOST (v roce 2021 OptiBOOST) NP 10:45 + 5 % S + 1 % Zn v dávce 30 kg·ha<sup>-1</sup> (11) a mikrogranulát Mikrostar PMX NG – N 10 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 45 %, SO<sub>3</sub> 12 %, B 0,028 %, Cu 0,01 % a Mo 0,005 % a Zn 0,029 % v dávce 20 kg·ha<sup>-1</sup> (5). V pokusu byla v roce 2020 použita odrůda Dalmatin a v roce 2021 Honey.

Jednotlivá hodnocení v průběhu vegetace a při sklizni probíhala dle zásad poloprovozního řepářského pokusnictví. V roce 2020 byl ve fázi 6–10 listů a před zapojením porostu

Tab. II. Vliv sledovaných mikrogranulovaných hnojiv použitých při setí na průměrnou hmotnost sušiny jedné rostliny řepy v roce 2021

Varianta	Hmotnost sušiny (g)			Hmotnost sušiny (g)			
	bulvy	chrástu	celkem	bulvy	řapíků	čepele	celkem
	8. 6. 2021			29. 6. 2021			
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	2,5	8,9	11,4	26,0	15,6	17,0	58,6
NutriBOOST /OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	2,2	7,7	9,9	24,4	15,3	16,6	56,3
Kontrola	1,8	6,8	8,5	22,4	14,0	15,3	51,7



Tab. III. Vliv aplikace mikrogranulovaných hnojiv při setí na obsah jednotlivých prvků v sušině listů cukrové řepy

Sledovaná varianta	Hmotnost sušiny (g)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
Odběr listů počátkem června 2020									
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	4,0	4,84	0,37	4,84	1,29	0,83	0,42	29,20	31,40
NutriBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	4,2	4,93	0,39	4,93	1,19	0,77	0,47	27,10	31,70
Kontrola	4,5	4,61	0,37	4,61	1,12	0,72	0,37	27,10	29,60
Odběr listů koncem června 2020									
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	54,3	3,80	0,33	3,96	0,83	0,52	0,63	54,40	15,90
NutriBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	50,3	3,83	0,37	4,43	0,96	0,61	0,67	58,40	19,30
Kontrola	53,0	3,36	0,31	4,12	1,04	0,61	0,47	51,70	15,00

proveden odběr nadzemní části rostlin na obsah živin v sušině. V roce 2021 v rámci sledovaných variant byly z každé varianty odebrány tři vzorky 10 rostlin, u kterých byla hodnocena čerstvá hmotnost a po usušení i průměrná produkce sušiny, která byla následně analyzována na obsah jednotlivých živin v sušině biomasy. První odběr rostlin proběhl 8. června a druhý 29. června. Sklizeň tohoto pokusu byla s ohledem na průběh počasí v roce 2020 ruční (pět opakování) a v roce 2021 byly sklízecem Holmer sklizeny dlouhé dílce (tři opakování). Technologická jakost sklizených bulev byla hodnocena ve třech opakováních v laboratoři SynTech Research.

### Výsledky a diskuse

Pro sledování vlivu mikrogranulovaných hnojiv použitých při setí na vybrané růstové charakteristiky rostlin cukrové řepy byl v roce 2020 a 2021 založen pokus (lokalita Senice na Hané),

který mimo jiné také ověřoval celou komplexní inovovanou technologii založenou na hlubokém kypření. Na podzim bylo provedeno hluboké kypření dlátovým pluhem TerraStrip s uložením hnojiv (trojitý superfosfát a draselná sůl) do 15–20 cm a na jaře s využitím přenesených linií do hluboce prokypřené půdy a nad uložené hnojivo zaseto cukrová řepa s hnojením mikrogranuláty při setí (Microstar PMX 20 kg·ha<sup>-1</sup> a OptiBOOST 30 kg·ha<sup>-1</sup> a kontrola bez aplikace hnojiva).

Aplikace mikrogranulátu při setí ani v jednom ze sledovaných let neovlivnila vzcházení jednotlivých rostlin. Průměrná vzešlost porostu byla kolem 85 %. Celkově lze uvést, že počty rostlin po vzejití cukrové řepy byly vysoké, cca 104 tis. v roce 2000 a 110 tis. na 1 ha v roce 2001 (rozdíly mezi sledovanými variantami byly statisticky nevýznamné). S ohledem na časné setí v roce 2020 i přes následné jarní sucho v tomto porostu dozrhalo velmi málo rostlin, porost byl kompletní s minimem mezer a dvojáků. Přesto jednotlivé úseky porostů vykazovaly ve velikosti rostlin významné rozdíly, větší v roce 2020, což je patrné z minimálního

Obr. 5. Porost cukrové řepy v pokusu při vzcházení a před zapojením řádků





Tab. IV.a Vliv aplikace mikrogranulovaných hnojiv při setí na obsah jednotlivých prvků v sušině bulev a listů řepy 8. června 2021

Varianta	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
buly								
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	2,13	0,45	2,67	0,24	0,17	0,11	13,00	32,20
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	2,12	0,44	2,44	0,20	0,16	0,10	12,20	33,90
Kontrola	2,19	0,44	2,64	0,23	0,17	0,10	13,20	48,00
listy								
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	2,13	0,45	2,67	0,24	0,17	0,11	13,00	32,20
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	2,12	0,44	2,44	0,20	0,16	0,10	12,20	33,90
Kontrola	2,19	0,44	2,64	0,23	0,17	0,10	13,20	48,00

Tab. IV.b Vliv aplikace mikrogranulovaných hnojiv při setí na obsah jednotlivých prvků v sušině bulev, čepení a řapíků 29. června 2021

Varianta	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	B (mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
buly								
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	1,09	0,22	0,92	0,16	0,13	0,05	9,80	24,50
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	1,10	0,18	0,92	0,16	0,13	0,05	9,90	20,10
Kontrola	1,10	0,17	0,91	0,19	0,13	0,05	10,00	21,50
čepel listy								
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	4,69	0,31	3,59	1,57	0,92	0,53	45,90	70,80
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	4,80	0,31	3,55	1,83	0,87	0,57	45,30	60,10
Kontrola	4,83	0,28	3,85	1,86	0,83	0,50	40,80	62,10
řapíky								
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	2,26	0,22	4,43	0,70	0,16	0,10	21,90	66,60
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	2,13	0,17	4,21	0,92	0,13	0,09	21,40	131,90
Kontrola	2,14	0,19	4,33	0,90	0,16	0,09	22,20	43,50

a maximálního počtu rostlin (tab. I.). Vzešlost porostu v pokusech v roce 2021 byla vyšší než v roce předcházejícím, porosty v tomto roce vzházely rovnoměrněji. Vzházivost porostu byla v rozmezí sledovaných variant od 85,36 do 86,8 %.

V roce 2021 byl v rámci pokusu hodnocen vliv sledovaných mikrogranulovaných hnojiv na hmotnost sušiny dílčích částí rostliny (kořene, chrástu nebo ve druhém odběru čepelí a řapíků listů), který měl ukázat, zda použitá hnojiva ovlivní počáteční růst rostlin cukrové řepy. V tab. II. uvádíme průměrnou produkci sušiny jedné rostliny. Odebrané rostliny měly u variant s aplikací mikrogranulovaného hnojiva při setí vyšší produkci biomasy než rostliny na nehnojené kontrole. Produkce biomasy byla nejnižší na nehnojené kontrole. Nejvyšší průměrná hmotnost suché biomasy byla stanovena u varianty hnojené Microstar PMX 58,6 g a u varianty s OptiBoost byla 56,3 g. Zjištěné výsledky byly ale statisticky nevýznamné. Přesto, že se na pohled zdál porost

cukrové řepy vyrovnaný, tak se při odběrech projevila vysoká variabilita mezi jednotlivými rostlinami. Například hmotnost kořene jedné rostliny ve druhém odběru u první varianty byla od 57 g do 247 g.

Příjem sledovaných živin byl mezi hodnocenými variantami velmi vyrovnaný (tab. III. a IV.). Více dusíku v roce 2020 přijaly rostliny na variantách s aplikovaným mikrogranulátem při setí. Varianta s aplikací 30 kg mikrogranulátu NutriBOOST (hnojivo NP 10 : 45 + 5 % S + 1 % Zn) při setí měla nejvyšší příjem N při prvním hodnocení (4,93 %), což se potvrdilo i při dalším odběru rostlin (před zapojením porostu) a jejich následném rozboru. Na kontrolní variantě byl obsah dusíku v sušině rostlin nejnižší. V roce 2021 byl obsah dusíku daleko vyrovnanější a nehnojená varianta neměla jeho nejnižší obsah. V pokusech se nepotvrdil vliv sledovaných mikrogranulátů na vyšší příjem dusíku v počátečních fázích růstu.

Tab. V. Vliv aplikovaného mikrogranulovaného hnojiv při seti na změny chlorofylových jednotek během vegetace cukrové řepy

Varianta	18. 5. 2020	1. 6. 2020	2. 7. 2020	27. 7. 2020	20. 8. 2020	Průměr
	Chlorofylové jednotky					
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	517,3	553,0	552,8	550,0	430,5	520,7
NutriBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	526,3	540,5	543,0	554,3	489,0	530,6
Kontrola	515,5	538,0	539,0	554,8	491,5	527,8
	—	8. 6. 2021	29. 6. 2021	25. 7. 2021	19. 8. 2021	Průměr
	Chlorofylové jednotky					
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	—	640,3	618,4	623,0	584,0	616,4
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	—	633,7	636,4	628,0	596,0	623,5
Kontrola	—	623,9	631,1	610,0	593,0	614,5

Tab. VI. Vliv aplikace mikrogranulovaného hnojiv při seti na produkci bulev cukrové řepy v roce 2020 a 2021

Varianta	Výnos bulev (t·ha <sup>-1</sup> )	Cukernatost (%)	Výnos polar. cukru (t·ha <sup>-1</sup> )	Obsah melasotvorných látek			Zůstatek cukru v melase (%)	Teoretická výtěžnost (%)	Výnos bílého cukru (t·ha <sup>-1</sup> )	Výnos bulev (16% cukernatost) (t·ha <sup>-1</sup> )
				K	Na	α-N				
					(mmol·100 g <sup>-1</sup> )					
2020										
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	86,9	15,30	13,3	3,30	1,26	1,61	1,43	8,77	7,6	82,2
NutriBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	83,9	15,10	12,7	3,41	1,66	2,20	1,59	8,48	7,1	78,1
Kontrola	80,6	14,70	11,9	3,31	1,74	2,05	1,57	8,23	6,6	72,6
2021										
MICROSTAR PMX NG – 20 kg·ha <sup>-1</sup>	95,7	19,37	18,5	3,72	1,46	2,33	2,28	17,08	16,36	120,5
OptiBOOST – 30 kg·ha <sup>-1</sup>	89,4	19,17	17,1	3,19	1,76	2,52	2,22	16,94	15,15	111,2
Kontrola	86,5	19,33	16,7	2,94	1,68	2,06	2,07	17,26	14,94	108,7

Obr. 6. Porost cukrové řepy před sklizní pokusu



Příjem fosforu rostlinami do listů, čepelí i řepíků byl velmi vyrovnaný, vyšší hodnoty byly zjištěny v roce 2021. V roce 2020 byl nevýznamně nižší obsah fosforu u nehnojené kontroly, obdobné výsledky byly i v roce 2021 při druhém odběru.

Rámcově lze uvést, že rostliny, u kterých byl aplikován mikrogranulát při seti, měly nepatrně vyšší obsahy sledovaných živin (viz. tabulky), tyto trendy zvýšeného příjmu živin nebyly statisticky potvrzeny. Z mikroprvků vykazuje cukrová řepa nejvyšší citlivost na nedostatek bóru, hořčíku a mědi v půdě. U sledovaných variant v roce 2020 byly proti kontrole vyšší hodnoty u bóru, což se nepodařilo potvrdit v roce 2021. Při hodnocení ve fázi 6–10 listů vykázaly sledované varianty v roce 2020 nepatrně vyšší příjem hořčíku. Z výsledků druhého odběru (před zapojením porostu) v roce 2021 je patrný vyšší příjem zinku proti nehnojené kontrole.

V průběhu vegetace byl k hodnocení porostu využit chlorofylmetr, který stanovuje chlorofylové jednotky, které zprostředkovaně ukazují na množství chlorofylu i obsah dusíku v listech. V roce 2020 byly mírně vyšší hodnoty změřeny u varianty hnojené při seti hnojivem NutriBOOST, v průměru za vegetaci



530 chlorofylových jednotek. Tento mírně zvýšený obsah byl zaznamenán i v roce 2021, v průměru 621 proti kontrole, která byla 615 a měla nižší hodnotu než varianta hnojená Mikrostar PMX.

V roce 2020 byl výnos bulev i výnos cukru silně ovlivněn vysokými dešťovými srážkami před sklizní. Pokus byl připraven na mechanizovanou sklizeň, ale nakonec musel být sklizen ručně v první dekádě prosince. Výnos bulev byl vyšší u pokusných variant, nejvyšší u varianty hnojené hnojivem Mikrostar PMX ( $86,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Varianta, na které byl při setí aplikován mikrogranulát NutriBOOST v dávce  $30 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , dosáhla výnosu  $83,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Výnos na při setí nehnojené kontrole byl  $80,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V roce 2021 mechanizovaná sklizeň dlouhých dílců sledovaných variant potvrdila přínos hnojiv aplikovaných při setí. Varianta hnojená Mikrostar PMX měla výnos nejvyšší  $95,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a nejnižší byl na nehnojené kontrole  $86,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Cukernatost v roce 2020 byla celkově velmi nízká, vyšší u pokusných variant než u kontroly, nejvyšší u hnojené hnojivem Mikrostar PMX (15,3 %). Sledované varianty měly také příznivější další kvalitativní ukazatele technologické jakosti sklizených

*Obr. 7. Sklizeň pokusů s hnojením mikrogranulátem v roce 2021*



bulev. V roce 2021 byla cukernatost u sledovaných variant velmi vyrovnaná (v průměru 19,17–19,37 %).

Pro pěstitele je důležitým ukazatelem výnos bulev přepočítaný na 16% cukernatost, který sledované varianty v roce 2020

zvýšily proti neošetřené kontrole o 7,6 % a 13,3 % a v roce 2021 o 2,3 % a 10,9 %. Obdobné zvýšení bylo i u výnosu bílého cukru. V průměru dvou sledovaných let byl výnos bulev přepočítaný na 16% cukernatost u varianty hnojené při seti hnojivem Mikrostar PMX v dávce 20 kg·ha<sup>-1</sup> v průměru dvou sledovaných let 101,3 t·ha<sup>-1</sup> (111 % nehnojené kontroly) a varianty s mikrogranulátem NutriBOOST v dávce 30 kg·ha<sup>-1</sup> dosáhl přepočítaného výnosu bulev 94,65 t·ha<sup>-1</sup> (104 %).

Naše výsledky korespondují i se závěry RAŠOVSKÉHO ET AL. (12) a dalších, že výživa a hnojení rostlin patří mezi významné produkční faktory tvorby výnosu cukrové řepy a její rovnoměrné rozložení v rámci vegetačního období přispívá k jejímu racionálnímu využívání. V průměru dvou sledovaných let byl výnos bulev přepočítaný na 16% cukernatost vyšší u variant hnojených při seti hnojivem Mikrostar PMX v dávce 20 kg·ha<sup>-1</sup> o 11 % a u varianty s mikrogranulátem NutriBOOST v dávce 30 kg·ha<sup>-1</sup> o 4 % nehnojené kontroly.

Počty rostlin po vzejití cukrové řepy byly velmi vyrovnané a pohybovaly se přes 100 tis. rostlin na 1 ha, mezi variantami nebyly významné rozdíly. Z uvedeného vyplývá, že sledované mikrogranuláty aplikované při seti ani hluboké kypření neovlivnily vzházivost osiva a kompletnost porostu. Dvouleté výsledky ukázaly, že po hlubokém kypření a vhodnou předsetovou přípravou lze založit kvalitní porosty cukrové řepy. S ohledem na kvalitní práci secího stroje a vlhkostní podmínky při vzházení byly porosty kompletní s minimem mezer a dvojáků a byl tak vytvořen dobrý předpoklad pro optimální tvorbu výnosu jednotlivých rostlin i celého porostu cukrové řepy.

### Závěr

Technologie hlubokého kypření TerraStripem s roztečí dlát 45 cm s uložením hnojiva do půdního profilu v hloubce 15–25 cm včetně následného jarního seti cukrové řepy v liniích, kde součástí výsevu je aplikace mikrogranulovaného hnojiva, prokázala pozitivní přínos zvýšením výnosu i kvality bulev.

*Příspěvek vznikl za podpory Programu rozvoje venkova, operace 16.2.1 Podpora vývoje nových produktů, postupů a technologií v zemědělské prvovýrobě, při řešení projektu Spolupráce „Vývoj technologie redukováného zpracování a hnojení půdy pro plodiny s nízkou ochrannou funkcí“ (č. 18/006/16210/671/000054).*

### Souhrn

Příspěvek je zaměřen na vyhodnocení vlivu mikrogranulovaných hnojiv (Microstar PMX a OptiBOOST) použitých při seti na vybrané růstové charakteristiky rostlin cukrové řepy v roce 2020 a 2021. Aplikace mikrogranulátu při seti ani v jednom ze sledovaných let neovlivnila vzházivost. V průběhu vegetace odebrané rostliny měly u variant s aplikací mikrogranulovaného hnojiva při seti statisticky nevýznamně vyšší produkci biomasy než rostliny na nehnojené kontrole. Rámcově lze uvést, že rostliny, u kterých byl aplikován mikrogranulát při seti, měly nepatrně vyšší obsahy sledovaných živin, tyto trendy zvýšeného příjmu nebyly statisticky potvrzeny. V průměru dvou sledovaných let byl výnos bulev přepočítaný na 16% cukernatost vyšší u variant hnojených při seti hnojivem Mikrostar PMX v dávce 20 kg·ha<sup>-1</sup> o 11 % a u varianty s mikrogranulátem NutriBOOST v dávce 30 kg·ha<sup>-1</sup> o 4 % nehnojené kontroly.

**Klíčová slova:** technologie pěstování, řepa cukrová, hnojení při seti, mikrogranulovaná hnojiva, výnos, cukernatost, precizní zemědělství.

### Literatura

1. VANĚK, V. ET AL.: *Výživa a hnojení polních plodin*. Praha: Profi Press, 2016, 220 s.
2. ERNST, D. ET AL.: Úroda a cukernatost řepy cukrové vplyvom ročníka, odrôd a biostimulátorov. *Listy cukrov. řepař.*, 138, 2022 (11), s. 364–368.
3. MICHALSKA-KLIMCZAK B. ET AL.: Within-field variability of plant and canopy traits of sugar beet and their relation to individual root mass during harvest. *Plant Soil Environ.*, 66, 2020, s. 437–445, [online] <https://doi.org/10.17221/325/2020-PSE>.
4. HRIVNA, L. ET AL.: *Komplexní výživa cukrovky*. Maribo, 2014, 112 s.
5. ČORNEJOVÁ, R.: *Společnost Agronutrition přichází do sezóny 2021 s komplexní výživou rostlin*. AGRO ALIANCE, [ONLINE] <https://www.agroalliance.cz/cz/pripravky/hnojiva/>, cit. 25. 10. 2023.
6. CHOCHOLA, J.: *Cukrovka. Průvodce pěstováním*. Řepařský institut v Semčicích, 2004, 70 s.
7. ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; KUCIŃSKA, K.: The yield and technological quality of sugar beet roots cultivated in mulches. *Plant Soil Environ.*, 60, 2014 (10), s. 464–469.
8. BRANT, V. ET AL.: Nižší výsevky a zonální aplikace hnojiv při pěstování obilnin jako základ precizního zemědělství. *Agrojournál*, 2, 2014 (4), s. 58–61.
9. YETIK, A. K.; CANDOGAN, B. N.: Optimisation of irrigation strategy in sugar beet farming based on yield, quality and water productivity. *Original Paper. Plant Soil Environ.*, 68, 2022, (8), s. 358–365, DOI: 10.17221/234/2022-PSE.
10. MÜHLBACHOVÁ, G.; H. KUSÁ, H.; RŮŽEK, P.: Soil characteristics and crop yields under different tillage techniques. *Plant Soil Environ.*, 61, 2015 (12), s. 566–572, DOI: 10.17221/567/2015-PSE.
11. *OptiBOOST*. Soufflet Agro, [online] <https://www.soufflet-agro.cz/cs/nase-produkty/Optiboost>, cit. 25. 10. 2023.
12. RAŠOVSKÝ, M.; PAČUTA, V.: Influence of selected agrotechnical measures and climate conditions on root yield and digestion of sugar beet. *J. Central European Agricult.*, 17, 2016 (4), s. 1070–1081.

### Brinar J., Pulkrábek J., Bečková L.: Effect of Microgranulated Fertilizers Application at Sowing on Sugar Beet Production

This article focuses on evaluating the effect of microgranulated fertilizers (Microstar PMX and OptiBOOST) used at sowing on the selected growth characteristics of sugar beet plants in 2020 and 2021. The application of microgranulated fertilizers at sowing did not affect germination in any of the monitored years. Plants sampled during the growing season demonstrated a statistically insignificantly higher biomass production in the variants with the above fertilizer application than the plants of the unfertilized control. In general, it can be stated that the plants to which microgranules were applied during sowing had slightly higher contents of the monitored nutrients, but these trends of increased intake were not statistically confirmed. In the average of the two years, the sugar beet yield converted to 16% sugar content was higher in the variants fertilized during sowing with Mikrostar PMX fertilizer at a dose of 20 kg·ha<sup>-1</sup> by 11% and in the variant with NutriBOOST microgranules at a dose of 30 kg·ha<sup>-1</sup> by 4% than the unfertilized control.

**Key words:** growing technology, sugar beet, fertilization at sowing, microgranulated fertilizers, yield, sugar content, precision agriculture.

### Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, e-mail: pulkrabek@af.czu.cz