

Variabilní setí cukrové řepy

VARIABLE RATE OF SUGARBEET SEEDING

Antonín Procházka¹, Josef Pulkrábek¹, Václav Brant¹, Pavel Procházka¹, Tomáš Herčík²

¹ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

² Zemědělská společnost Sloveč, a. s.

Současný vývoj v oblasti informačních technologií přispěl ke zvýšení množství generovaných dat v různých oblastech, nabízí využití chytrých řešení, umělé inteligence a dalších inovativních postupů i pro precizní zemědělství (1). V precizním zemědělství nejsou jednotlivé agrotechnické zásahy prováděny plošně jako u konvenčního hospodaření, ale cíleně, ve správných dávkách a zónách vycházejících z dat získaných analýzou prostředí. Precizní zemědělství pracuje s variabilitou (proměnlivostí) pozemku. Využívá technologií GIS (geografický informační systém) a DGPS (diferenciální satelitní navigační systém) pro přesné plánování pohybu pracovních souprav, analýzy půdních vzorků, výnosu dílčích částí pozemku atd. Precizní hospodaření zvyšuje produktivitu, snižuje degradaci půdy, přispívá ke snížení množství pesticidů a zvyšuje kvalitu produkce (2).

Zemědělské pozemky v České republice vznikly spojením heterogenních částí krajinného prostoru, což se projevuje variabilitou půdních podmínek uvnitř půdních bloků. Ty tak lze na základě sledovaného parametru rozčlenit do zón vykazujících shodné vlastnosti. Parametry pro rozdělení mohou být např. sklonitost terénu, hodnoty z výnosové mapy, chemické analýzy půdy, elektrická vodivost půdy, rozdílné vegetační indexy



a jejich kombinace. Vzhledem k agrotechnickým možnostem a rozlišovacím schopnostem metod detekce se používají zóny o rozměrech desítek až stovek metrů, což nazýváme makrovariabilitou. Ta je z časového hlediska stabilní a její změny jsou vyvolány dlouhodobějším vlivem erozních procesů, rostlinných společenstev, hnojení, zpracování půdy apod. (3).

Z ekonomického hlediska pěstitele obvykle nejvíce zajímá členění pozemku do zón výnosového potenciálu. Získá tím možnost předat technice informace, kde lze očekávat výnos vysoký (např. údolnice) a kde naopak nízký (mělká ornice, zastíněné oblasti). Běžnou reakcí na rozčlenění pozemku do zón výnosového potenciálu je variabilní dávka hnojení. Jednou z dalších možností je změna výsevu při zakládání plodiny. Od variabilního setí se očekává efektivnější využití půdního potenciálu, zvýšení výnosu, vyrovnanější porost a kvalita hlavního produktu.

Například u kukuřice setí se doporučuje navýšit výsevek v zónách s vysokým výnosovým potenciálem. Kukuřice totiž má omezenou možnost reagovat na dostupné zdroje množstvím palic, ve výnosných zónách se tedy logicky nabízí zvýšení počtu jedinců. V zónách s potenciálem nízkým se doporučuje výsevek naopak snížit (4). Tím lze docílit snížení stresových faktorů zapříčiněných vnitrodruhovou konkurencí. V příznivých podmínkách je tak umožněna částečná kompenzace.

NIelsen (4) poukazuje na skutečnost, že na variabilní setí pružně reaguje pšenice ozimá, kdy lze správným nastavením výsevků v jednotlivých zónách výnosového potenciálu docílit rovnoměrnějšího rozložení počtu klasů na čtvereční metr, a tím snížit tlak houbových chorob. Rozdělit pozemek do zón lze například na základě stanovení výše výnosu výnosoměrem umístěným na sklizecí mlátičce. Dostupné literární údaje doporučují zvýšení výsevu pšenice ozimé v zónách s nízkým potenciálem výnosu a snížení výsevu v zónách výnosných (5). Tím lze docílit zvýšení celkového průměrného výnosu při zachování průměrného výsevu (6). Tento efekt je vysvětlen tím, že u řídkého porostu pšenice v nízké výnosných zónách by v příznivých podmínkách došlo k tvorbě zbytečně vysokého počtu odnoží, které mohou být v průběhu vegetace rostlinou umrtveny v důsledku nedostatku vláhy a ubírají tedy potenciál tvorby výnosu zbylým odnožím.

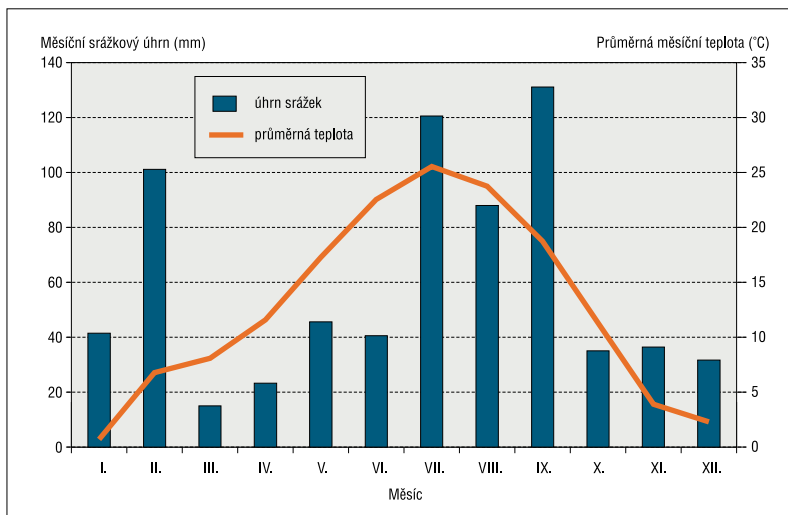
V Anglii byly porovnávány výsevky cukrové řepy v rozmezí 89 000 až 178 000 semen na 1 ha pro různé půdní podmínky. Ukázalo se, že nehlédě na půdní typ nejlepšího ekonomického efektu bylo dosaženo u porostů s konečným počtem 80 000 jedinců rostlin na 1 ha. Při průměrné redukci počtu rostlin řepy v porostu během vegetace o 20 % tak autoři JAGGARD ET AL. doporučují vysévat 100 000 semen na 1 ha (7).

K redukci porostu cukrové řepy může docházet například špatným vzházením v důsledku přítomnosti půdního škraloupu (krusty) na špatně strukturní půdě. Klíčící rostlina je schopna bez problému prorazit křustu vlhkou (hmotnostní vlhkost 0,25 g·g⁻¹), suchou křustu (hmotnostní vlhkost 0,07 g·g⁻¹) však nejsou klíčící rostliny schopny prorazit a musí ji zlomit, nadzvednout a nebo narazit na již existující puklinu (8).

Variabilní setí cukrové řepy lze s úspěchem využít při zakládání kolejových řádků. V řádcích s nimi sousedícími je možno výsevek o 10 % navýšit oproti řádkům ostatním. V důsledku krajového efektu tak lze docílit 60% kompenzace ztráty výnosu způsobené neosetím řádků cukrové řepy v kolejích (9).

Variabilní změna výsevku cukrové řepy byla ověřována také v Minnesotě (USA). Vybraný pozemek byl rozdělen do zón výnosového potenciálu na základě satelitních snímků a výnosových údajů ze sklizní předchozích plodin. Ukázalo se, že lepších tržeb za produkci bylo dosaženo zvýšením výsevku v horších zónách a jeho snížením v zónách výnosných (10, 11).

Obr. 1. Průběh měsíčních srážkových úhrnů a teplot na pokusném stanovišti



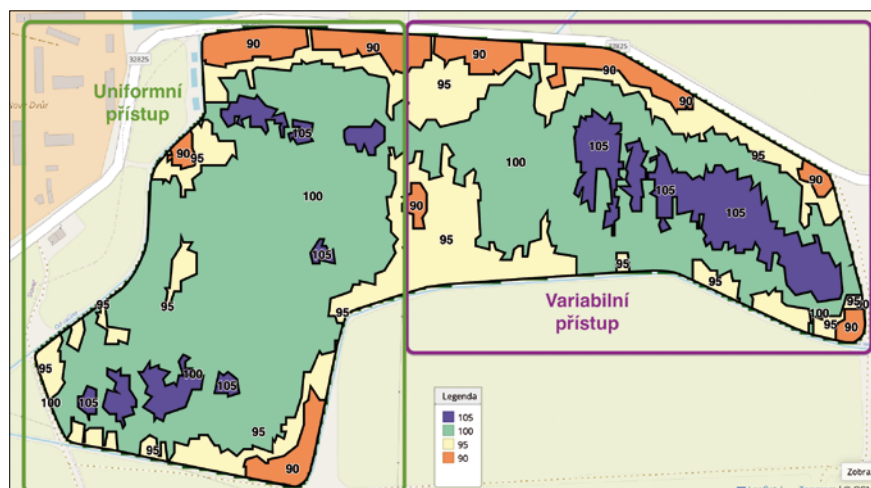
Pramen: ZS Sloveč, a. s.

Z hlediska kvality řepných bulev pro zpracování v cukrovaru je optimální jejich hmotnost 0,7 až 1,1 kg. U nevyrovnaného

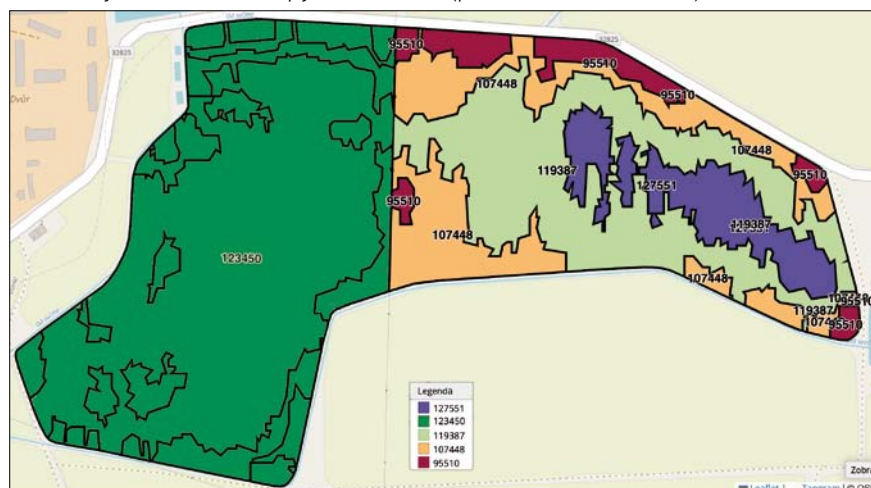
Tab. 1. Agrotechnické operace provedené na experimentálním pozemku

Pracovní operace	Mechanizace	Popis operace	Datum
sklizeň silážní kukuřice	Claas Jaguar 860		5. 9. 2023
mulčování strniště	Bednar mulcher MM 7000		9. 9. 2023
rozmetání hnoje	Jantil EVR 1814	hnůj 40 000 kg·ha ⁻¹	10. 9. 2023
podmítka	Lemken Rubin	hloubka 0,1 m	11. 9. 2023
zásobní hnojení	Bednar TerraStrip	Amofos 55 kg·ha ⁻¹	16. 9. 2023
podrývání	Bednar Terraland	hloubka 0,4 m	16. 9. 2023
herbicid	Agrio Mamut 8000	Pekacid 0,2 kg·ha ⁻¹ + Clinic 2 l·ha ⁻¹	19. 3. 2024
příprava pod setí	Väderstad NZ Aggressive	hloubka 0,05 m	21. 3. 2024
setí, výživa	Väderstad Tempo R 12	KWS Perla řádky 0,45 m hloubka 0,03 m s variabilním výsevkem, Explorer 100 kg·ha ⁻¹ 0,06 m	24.–25. 3. 2024
rozmetání minerálních hnojiv	Rauch Axis 30.1 EMC+W	Lovogran (20 % N) 200 kg variabilně (10% variabilita, nejnižší dávka 180 kg·ha ⁻¹ , nejvyšší dávka 210 kg·ha ⁻¹)	25. 4. 2024
postřik (herbicid, výživa rostlin)	Agrio Mamut 8000	Conviso one 0,5 l·ha ⁻¹ + Mero 1 l·ha ⁻¹ + Jager 0,15 l·ha ⁻¹ , Monobor 0,15 kg·ha ⁻¹	28. 4. 2024
postřik (výživa rostlin)	Agrio Mamut 8000	Atlante K20 1 l·ha ⁻¹ + Razormin 1 l·ha ⁻¹ + Monobor 0,3 kg·ha ⁻¹	23. 6. 2024
postřik (výživa rostlin insekticid)	Agrio Mamut 8000	Teppeki 0,14 kg·ha ⁻¹ , Aminomax 0,5 l·ha ⁻¹ + Seamin 0,5 l·ha ⁻¹	6. 5. 2024
postřik (výživa rostlin, herbicid)	Agrio Mamut 8000	Conviso one 0,5 l·ha ⁻¹ + Mero l·ha ⁻¹ , Monobor 0,15 kg·ha ⁻¹	23. 5. 2024
postřik (herbicid, insekticid)	Agrio Mamut 8000	Fusilade max 1 l·ha ⁻¹ + Mospilan 0,12 kg·ha ⁻¹ , Proveo mega 2 l·ha ⁻¹	29. 5. 2024
postřik (fungicid, insekticid, výživa rostlin)	Agrio Mamut 8000	Amistar gold 1 l·ha ⁻¹ + Cercato 1 l·ha ⁻¹ , Delmetros 0,05 l·ha ⁻¹ + Clopyr 0,3 l·ha ⁻¹ , Nutrino 30 l·ha ⁻¹ + Belcup 1,5 l·ha ⁻¹	4. 7. 2024
postřik (výživa rostlin)	Agrio Mamut 8000	Belcup 1,5 l·ha ⁻¹ + Lurs fosfor 2 l·ha ⁻¹ + Albit 0,04 l·ha ⁻¹	30. 7. 2024
sklizeň cukrové řepy	Ropa Tiger 6		20.–21. 10. 2024

Obr. 2. Rozdělení pokusného bloku do produkčních zón; legenda dole určuje výnosový potenciál (pramen: Varistar, s. r. o.)



Obr. 3. Výsevky uniformní a variabilní části pokusného stanoviště; legenda dole určuje výsvek cukrové řepy v dané zóně (pramen: Varistar, s. r. o.)



Obr. 4. Mapa odběrových míst z pokusného stanoviště



porostu cukrovky také může vzhledem k různým velikostem růžic dojít k nesprávnému seříznutí řepných bulev při sklizni,

pokus je pouze v setí a hnojení, které probíhaly uniformně nebo variabilně v závislosti na zvolené variantě.

což má následně negativní vliv na kvalitu difuzní šťávy (12).

V případě cukrové řepy jsou možnosti vyhodnocení efektu variabilního setí velice omezené. Vyorávací agregáty na rozdíl od sklízecích mlátiček běžně nedisponují výnosoměry. Vyvážecí vozy nebývají váženy, hromadění sklizených bulev probíhá na přístupném okraji pozemku. Jediná informace dostupná ze sklizně tak bývá celková hmotnost skládky a její kvalitativní vlastnosti. Cílem práce bylo zjistit vhodnost cukrové řepy k variabilním aplikacím a zmapovat reakci výnosu na proměnlivý výsvek v různých zónách výnosového potenciálu.

Materiál a metody

V roce 2024 jsme založili a vyhodnotili pokus s variabilním výsvekem cukrové řepy a variabilním přihnojením dusíkem. V prvním kroku byly stanoveny zóny výnosového potenciálu pro celý pokusný blok. Ten pak byl rozdělen na dvě části. K první bylo přístupováno uniformně bez zohlednění zón. V druhé byl výsvek a dávka hnojení dusíkem vyšší v zónách s vyšším výnosovým potenciálem a nižší v zónách s potenciálem nižším. Odběrem a analýzou rostlin z jednotlivých zón byl hodnocen vliv sledovaných variabilních aplikací na výnos a cukernatost sklizených bulev řepy.

Pokusná lokalita

Jako pokusné stanoviště byl vybrán půdní blok typu černozem o celkové výměře 29 ha na pozemcích společnosti ZS Sloveč, a. s., v okrese Nymburk. Leží v nadmořské výšce 223 m n. m., není erozně ohrožen ani zařazen do oblastí zranitelných. Nachází se na rovině s nízkým obsahem skeletu. Celkový úhrn srážek (obr. 1.) za rok 2024 činil 710 mm.

Při agrotechnickém zkoušení zemědělských půd pokusného stanoviště (zdroj: LPIS, čtverec 670-1030, DBP 5505/2) byla stanovena průměrná hodnota pH 7,66 a zásobenost makroživinami P, K, Ca, Mg na hladině vyhovující až vysoká. Pouze síra na jednom odběrovém místě vykazuje hodnotu 18,82 ppm (nízká zásoba).

Jednotlivé agrotechnické operace provedené na pokusném půdním bloku dokumentuje tab. I. Rozdíl mezi variantami

Rozdělení půdního bloku do výnosových tříd

Klasifikace variability půdního bloku byla provedena firmou Varistar, s. r. o. Pro stanovení variability byly využity historické satelitní snímky s vysokým rozlišením z konstelace PlanetScope, digitálního modelu reliéfu krajiny DMR5, mapy BPEJ i historické osevní plány. Na podkladu snímků pozemku za posledních 10 let byla vyhotovena mapa relativního výnosového potenciálu, která rozdělila pole do čtyř zón (obr. 2.).

Půdní blok pak byl v rámci našeho experimentu rozdělen na dvě části, kdy k části pozemku na obr. 2. nalevo o rozloze 15,7 ha bylo přístupováno uniformně, a v části napravo o rozloze 13,3 ha bylo setí a hnojení provedeno variabilně. Z obrázku je patrné, že variabilní část má větší podíl zóny s nejvyšším potenciálem (modrá, 105 %). Uniformní část má na druhou stranu vysoký podíl plochy s průměrným potenciálem (100 %). Vážený průměrný potenciál uniformní části je 99,0 %, vážený průměrný potenciál variabilní části 98,6 %. Lze tak obě části, uniformní i variabilní, považovat za výnosově srovnatelné.

Výsevok cukrové řepy v uniformní části byl nastaven na 123 450 semen na 1 ha. Mapa pokusného stanoviště na obr. 3. ukazuje předepsané výsevky cukrové řepy v jednotlivých zónách ve variabilní části. Záznam práce secího stroje Väderstad Tempo (se 12 výsevními sekcemi po 0,45 m) byl podkladem pro stanovení rozdílu v předepsaném a aplikovaném výsevku plodiny.

Druhou variabilní aplikací na variabilní části bylo přihnojení dusíkem (LAD, 20 % N). V zóně výnosového potenciálu 90 % bylo aplikováno 180 kg·ha⁻¹, v zóně s potenciálem 95 % bylo aplikováno 190 kg·ha⁻¹, v zóně s průměrným potenciálem 200 kg·ha⁻¹ a v zóně s nejvyšším potenciálem 105 % pak 210 kg·ha⁻¹. Aplikací byla stejná jako v případě setí (obr. 3.), změnila se pouze dávka. Celková průměrná spotřeba hnojiva ve variabilní části byla 197,3 kg·ha⁻¹. V uniformní části bylo plošně aplikováno 200 kg·ha⁻¹.

Odběry vzorků

Pro účely stanovení výnosu v jednotlivých zónách výnosového potenciálu byla odběrová místa volena tak, aby byly provedeny čtyři odběry z každé ze čtyř zón na každé ze dvou částí (uniformní či variabilní). Celkem tedy bylo provedeno 32 odběrů. Obr. 4. ukazuje rozmístění jednotlivých odběrových bodů.

V místě odběru vzorku předem určeném GPS souřadnicemi byla v řádku řepy označena zóna o délce 5 m (obr. 5.), spočítány rostliny v tomto úseku a každá druhá odebrána až do počtu 10 kusů. Tím bylo získáno celkem 32 směsných vzorků, každý po deseti bulvách. Druhý den po odběru byly řepné bulvy omyty od zeminy, upraven řez chrástu a jednotlivě zváženy (obr. 6.). Třetí den byly vzorky odvezeny do laboratoře Tereos TTD, a. s., v Dobrovici, kde byla u každého vzorku stanovena cukernatost.

Tab. II. Počty rostlin v jednotlivých zónách výnosového potenciálu; procenta v závorce udávají změnu oproti počtu ve stejné zóně v uniformní části

Zóna výnosového potenciálu (%)	Předepsaný výsevok – počet semen (tis. ks·ha ⁻¹)	Aplikovaný výsevok – počet semen (tis. ks·ha ⁻¹)	Počet bulev v době sklizně (tis. ks·ha ⁻¹)	Podíl počtu bulev v době sklizně ve vztahu k aplikovanému výsevku (%)
Uniformní část				
90	123	121	93	78
95	123	122	86	70
100	123	125	92	74
105	123	124	96	77
Variabilní část				
90	96 (-23 %)	95	70 (-24 %)	74
95	107 (-13 %)	107	81 (-5 %)	76
100	119 (-3 %)	119	86 (-7 %)	72
105	128 (+3 %)	126	100 (+5 %)	80

Výsledky a diskuse

Výsevky nastavené v předpisové mapě secího stroje, reálné výsevky zaznamenané secím strojem a konečné počty rostlin na jednotku plochy v době sklizně jsou uvedeny v tab. II. Hodnoty jsou průměrem měření ze čtyř odběrových míst v rámci zóny výnosového potenciálu pro každou variantu (uniformní či variabilní) zvlášť.

Obr. 5. Vyměření úseku pro odběr vzorků cukrové řepy



Tab. III. Výnosotvorné parametry; hodnoty v závorce vyjadřují změnu oproti stejné zóně v uniformní variantě

Zóna výnosového potenciálu (%)	Hmotnost bulvy (kg)	Bulvy do hmotnosti 0,7 kg (%)	Bulvy nad hmotnost 1,1 kg (%)	Cukernatost (%)
Uniformní část				
90	0,90	25	20	16,80
95	1,35	18	60	17,00
100	1,43	3	78	16,74
105	1,24	15	58	16,55
Variabilní část				
90	1,37 (+53 %)	20	58	16,86
95	1,77 (+32 %)	3	83	17,27
100	1,65 (+15 %)	10	75	16,88
105	1,21 (-3 %)	23	53	16,94

Aplikované množství semen zaznamenané secím strojem se od předepsaných hodnot lišilo od -4 % do +1 %. Nejvyššímu aplikovanému výsevu 126 tis. semen na 1 ha odpovídá výsevní vzdálenost semen 0,18 m a nejnižšímu výsevu 95 tis. semen na 1 ha pak vzdálenost semen v řádku 0,24 m.

Počet bulev v době sklizně byl v případě uniformní i variabilní části v průměru 75 % aplikovaného výsevu. Výnosový potenciál zóny neměl vliv na redukci porostu v době vegetace.

Tab. III. poukazuje na skutečnost, že ve variabilní části v zónách 90 %, 95 % a 100 % došlo ke zvýšení průměrné hmotnosti

Obr. 6. Mytí a vážení seříznutých bulev cukrové řepy



bulvy oproti odpovídající zóně v části uniformní. K největšímu navýšení došlo v zóně 90 %, kdy namísto bulev o průměrné hmotnosti 0,9 kg nacházíme bulvy s průměrnou hmotností 1,37 kg, jedná se tedy o navýšení o 53 %. Naopak v zóně s výnosovým potenciálem 105 % došlo k drobnému snížení průměrné hmotnosti bulev.

Průměrná hmotnost bulvy v celé uniformní části byla 1,23 kg, medián byl 1,17 kg. Příslušný variační koeficient ($n = 160$) má hodnotu 43 %. Ve variabilní části byla průměrná hmotnost bulvy 1,50 kg, medián 1,37 kg a variační koeficient hmotností bulev 50 %. Variabilními aplikacemi tak došlo ke zvýšení variability hmotnosti bulev.

V rámci hodnocení byl dále sledován počet drobných bulev (tab. III.). K největšímu snížení oproti odpovídající zóně v uniformní části došlo v zóně 95 %, a to z 18 % na 3 %. V zóně 105 %, kde byl výsev ve variabilní části vyšší oproti části uniformní, došlo ke zvýšení zastoupení drobných bulev z 15 % na 23 %. K největšímu navýšení velkých bulev (nad hmotnost 1,1 kg) došlo v zóně 90 % potenciálu, a to z 20 % v uniformní části na 58 % v části variabilní.

Nejvyšší cukernatosti bylo dosaženo v zóně 95 %, a to jak v uniformní části, kde dosáhla 17 %, tak ve variabilní části, kde měla hodnotu 17,27 %. Průměrná cukernatost na uniformní části byla 16,77 % s variačním koeficientem 3 %, ve variabilní části pak 16,99 % s variačním koeficientem 2 %. Z toho plyne, že cukernatost se v rámci pozemku měnila jen velice málo.

Pro každé odběrové místo známe průměrnou hmotnost bulvy, počet bulev na hektar a cukernatost. V každé ze zón výnosového potenciálu byly provedeny čtyři odběry v uniformní části a 4 ve variabilní, tedy celkem 8 hodnot pro každou zónu. Tab. IV. ukazuje korelační koeficienty mezi těmito veličinami pro jednotlivé zóny ($n = 8$).

Mezi počtem bulev v odběrovém místě a jejich hmotností byl ve třech případech, až na zónu 95 %, statisticky významný korelační koeficient. Průměr příslušných koeficientů determinace, které udávají, do jaké míry je průměrná hmotnost bulvy ovlivněna hustotou porostu, je 52 %. Z toho plyne, že hmotnost bulev cukrové řepy dobře reaguje na hustotu porostu, což podtrhuje vhodnost této plodiny k variabilnímu setí.

Mezi cukernatostí a průměrnou hmotností bulvy nebyla v žádné zóně zaznamenána významná korelace. Stejně tak mezi cukernatostí a počtem bulev v místě odběru pro danou zónu. To lze částečně vysvětlit v souladu s dostupnými literárními údaji, které uvádějí, že rozdělení pozemků na menší části může vést k nerovnoměrnému rozložení produkce, protože pozemky jsou často velmi heterogenní (13).

V uniformní části byla spočítána korelace -71 % mezi potenciálem zóny a průměrnou

Tab. IV. Korelační tabulka průměrné hmotnosti bulvy, hustoty porostu a cukernatosti; hodnota v závorce udává p-hodnotu významnosti korelačního koeficientu

Zóna výnosového potenciálu (%)	Hmotnost bulvy vs. počet bulev (%)	Hmotnost bulvy vs. cukernatost (%)	Počet bulev vs. cukernatost (%)
90	-76 (0,028)	-12	-3
95	-45 (0,261)	-32	-23
100	-87 (0,004)	-26	7
105	-72 (0,043)	-5	12
Průměr	-70	-19	-2

Tab. V. Výnosy; hodnoty v závorce vyjadřují změnu oproti stejné zóně v uniformní variantě

Zóna výnosového potenciálu (%)	Odhad výnosu (t·ha ⁻¹)	Přepočtený odhad výnosu při 16% cukernatosti (t·ha ⁻¹)
Uniformní část		
90	82	87
95	114	123
100	130	137
105	118	122
Variabilní část		
90	92 (+12 %)	98 (+12 %)
95	141 (+24 %)	155 (+27 %)
100	136 (+4 %)	145 (+5 %)
105	119 (+1 %)	127 (+4 %)

cukernatostí. To nasvědčuje tomu, že při zachování výsevu a dávky hnojení je cukernatost v zónách s nízkým potenciálem výnosu vyšší než v zónách s potenciálem vysokým. Výsledek však není statisticky průkazný (hodnota významnosti korelačního koeficientu $p = 0,297$). Ve variabilní části byla korelace mezi těmito veličinami pouze -9% a lze usuzovat, že vzhledem k variabilním aplikacím byl vztah mezi výnosovým potenciálem zóny a cukernatostí příslušných bulev potlačen.

Tab. V. zobrazuje hektarové výnosy v jednotlivých zónách vypočítané z hodnot počtu bulev v době sklizně (tab. II.) a průměrné hmotnosti bulvy v dané výnosové zóně (tab. III.). Započítáním cukernatostí z tab. III. pak získáme teoretické výnosy při cukernatosti 16 %. Ten nejvyšší měl hodnotu 155 t·ha⁻¹ v zóně s výnosovým potenciálem 95 % ve variabilní části. Stejná zóna v části uniformní vykazuje výnos 123 t·ha⁻¹. Mezi těmito zónami došlo také k nejvyššímu navýšení, a to o 27 %. Naše poznatky se tak neshodují se závěry LILLEBOE (10), kdy bylo pro zóny s vyšším výnosovým potenciálem doporučováno výsevek naopak snižovat (10).

V průměru došlo ke zvýšení výnosu o 12 % a bylo by možné očekávat jej na půdním bloku se čtyřmi zónami výnosového potenciálu zastoupenými stejným dílem. Tento rozdíl ve výnosu mezi uniformní a variabilní částí není statisticky průkazný (p -value 0,22, párový T-test oboustranný). Statisticky významné nebyly ani rozdíly ve výnosech pro jednotlivé zóny při porovnávání varianty uniformní vs. variabilní (p -value od 0,25 do 0,67, nepárový T-test oboustranný).

Vynásobením odhadovaných výnosů řepy rozlohami jednotlivých zón na pokusném stanovišti a následným vydělením celkovou plochou dané varianty můžeme dopočítat teoretický průměrný výnos v pokusu. Dosahuje $124 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části uniformní a $130 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části variabilní. Vlivem variability a velikosti produkčních zón došlo k navýšení výnosu na pokusném pozemku o 5 %. Při cukernatosti 16 % je rozdíl výnosů bulev cukrové řepy $131 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v uniformní části a $140 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části variabilní, tedy 7 %.

Podle výkazu společnosti Tereos TTD, a. s., průměrný hektarový čistý výnos ze skládky uniformní části byl $86,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a z variabilní části $89,90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Jedná se tak o navýšení výnosu o 5 %. Výnos bulev po přepočtu na 16% cukernatost podle cukrovaru je $93,23 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části uniformní a $96,15 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části variabilní, to tedy představuje nárůst o 3 %.

Uvažujeme-li výkupní cenu řepy $800 \text{ Kč}\cdot\text{t}^{-1}$ a výnosy bulev $86,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $89,90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, představuje zvýšení tržeb přibližně $3\,100 \text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ v části variabilní oproti části uniformní. Při ceně osiva $11\,000 \text{ Kč}$ za výsevní jednotku bylo ve variabilní části úsporem celkového množství osiva dále docíleno snížení vstupních nákladů o $1\,000 \text{ Kč}$. Náklady na vypracování map variabilní aplikace se napříč konkurencí pohybují v rozmezí $0\text{--}500 \text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Závěr

Vlivy variabilního výsevku pro různé zóny výnosového potenciálu jsou známy u kukuřice a pšenice. Vyorávací agregáty cukrové řepy nebývají vybaveny výnosoměry, a tak je k dispozici velice

málo publikací o efektech variabilního setí této plodiny. V našem pokusu v roce 2024 se ukázalo, že variabilním setím a hnojením cukrové řepy na heterogenním pozemku, kdy je v zónách s vyšším potenciálem výnosu aplikováno více semen a živin, lze při rovnoměrném zastoupení zón různých výnosových potenciálů docílit zvýšení výnosu o 12 % oproti části s jednotným výsevem a dávkou hnojení. Tento přínos není statisticky prokazatelný. Dále bylo ověřeno, že bulvy svou hmotností dobře reagují na hustotu porostu (korelace v průměru 70 %) a cukrová řepa je tak vhodnou plodinou pro variabilní aplikace. Mezi hustotou porostu, resp. hmotností bulev a cukernatostí nebyl měřitelný vztah.

Děkujeme společnosti Varistar, s.r.o., za bezplatné vypracování mapových podkladů variabilních aplikací a ZS Sloveč, a.s., za realizaci pokusu a asistenci při odběru vzorků.

Souhrn

Příspěvek je zaměřen na vyhodnocení efektů variabilního výsevku a přihnojení cukrové řepy z jednoletého pokusu v roce 2024. Hodnoceny byly počty rostlin, výnos a kvalita sklizených bulev při různých výsevcích v různých zónách výnosového potenciálu. Jednotlivé zóny byly definovány algoritmy společnosti Varistar, s.r.o. Půdní blok byl rozdělen na dvě přibližně stejné části, kde každá obsahovala 4 zóny s potenciály výnosu 90, 95, 100 a 105 %. K jedné části bylo přistupováno uniformně s plošným výsevem 123 tis. semen na 1 ha a dávkou hnojení $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ LAD. Ke druhé části variabilně, kdy výsevek i dávka hnojiva byly v zónách s nízkým výnosem poníženy a v zónách s vyšším potenciálem navýšeny. Výsevky se ve variabilní části pohybovaly od 96 tis. semen na 1 ha do 128 tis. semen na 1 ha a hnojení od 180 do $210 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ LAD. Ukázalo se, že hustota porostu ani hmotnost bulev nejsou ve vztahu s cukernatostí bulev. Mezi potenciálem zóny v uniformní části a cukernatostí byla naměřena vysoká, avšak statisticky neprůkazná korelace -71% . Mezi počtem bulev na hektar a průměrnou hmotností bulvy byl ve třech případech ze čtyř naměřen statisticky významný korelační koeficient o hodnotě 72% nebo vyšší. To předurčuje cukrovou řepu jako vhodnou plodinu k variabilním aplikacím. Na části s variabilním přístupem došlo k průměrnému navýšení výnosu o 12 %, tento rozdíl není statisticky průkazný. Při zohlednění konkrétních velikostí zón na pokusném stanovišti bylo naměřeno zvýšení výnosu o 5 % v části variabilní oproti části uniformní při snížení průměrné spotřeby osiva na hektar.

Klíčová slova: výnos bulev, variabilní výsevek, variabilní aplikace, precizní zemědělství, zóna výnosového potenciálu, cukernatost.

Literatura

- JAROLÍMEK, J ET AL.: Information sources in agriculture. *Plant Soil Environ.*, 70, 2024, s. 712–718, doi.org/10.17221/361/2024-PSE.
- RIMPIKA; ANUSHI; MANASA, S. N. ET AL.: An Overview of Precision Farming. *Int. Journal of Environment and Climate Change*, 13, 2023, s. 441–456, 10.9734/ijcc/2023/v13i123701.
- BRANT, V. ET AL.: *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. České Budějovice: Kurent, 2020, 288 s., ISBN 978-80-87111-81-9.
- NIELSEN, R. L.: 1995: Site Specific Seeding Rates for Corn. *Purdue Pest Management & Crop Production Newsletter* (5/5/95).
- STEHNO, H.: *Přínosy variabilního setí*. 2024, [online] trvaleudrzitelnezemedelstvi.cz.
- Variabilní setí v praxi*. Strom Praha, a. s., 2022, [online] www.strom.cz.
- JAGGARD, K. W. ET AL.: Determining the optimal population density of sugarbeet crops in England. *Int. Sugar J.*, 113, 2011, s. 114–119.

ROZHLEDY

Ott Ch., Laufer D., Ladewig E., Kenter Ch. Složení plevelů při pěstování cukrové řepy v Německu – celostátní pokusy 1995–2022 (*Composition of the weed flora in sugar beet cultivation in Germany – nationwide trials 1995–2022*)

Byly použity dlouhodobé údaje ze 1782 neošetřených kontrolních parcel 449 herbicidních pokusů v Německu v letech 1995–2022 k určení druhového složení plevelů. Nejčastějšími byly *Chenopodium album* (82,3 % všech parcel), *Polygonum convolvulus* (52,2 %) a *Galium aparine* (25 %). Průměrný počet druhů plevelů se snížil ze 4,9 v roce 1995 na 2,6 v roce 2022, což bylo významně ovlivněno lokalitou a ročníkem. Změnil se také výskyt nejčastějších plevelů. Zvýšil se počet *Cb. album* a *P. convolvulus*, zatímco výskyt *G. aparine* a *Matricaria chamomilla* klesl. Příčinami změn mohou být technologie a intenzita obdělávání půdy, změny v osevním postupu i spektrum herbicidů. Regiony s nízkou kvalitou půdy, vysokými teplotami a nízkými srážkami měly vyšší diverzitu plevelů, patrně v důsledku nízkého pokryvu plodin, tedy i nižšího potlačení plevelů.

Sugar Ind., 149, 2024, č. 4, s. 277–286.

Kadlec

8. AUBERTOT, J. N. ET AL.: Are penetrometer measurements useful in predicting emergence of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seedlings through a crust?. *Plant and Soil*, 241, 2002, s. 177–186, doi. org/10.1023/A:1016170329919.
9. SILOVSKÝ, K. ET AL.: Kolejové řádky v technologii pěstování cukrové řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 136, 2020 (2), s. 54–58.
10. LILLEBOE, D.: *Variable Rate Sugarbeet Seeding*. 2011, [online] www. agweek.com.
11. *Variable Rate Planting Sugarbeets in the Red River Valley*. GK Technology, Inc., 2025, [online] www.gktechinc.com.
12. POINDEXTER, S.: *Ten key components for higher sugarbeet quality – Tip #3*. 2013, [online] www.canr.msu.edu.
13. ELBL, J. ET AL.: Assessment of the effect of optimised field plot size on the crop yield. *Plant Soil Environ.*, 69, 2023, s. 447–462, doi.org/10.17221/262/2023-PSE.

Procházka A., Herčík T., Pulkrábek J., Brant V., Procházka P.: Variable Rate of Sugarbeet Seeding

This article evaluates the influence of sugar beet variable-rate seeding and fertilization from a one-year experiment in 2024. It evaluates the number of plants and the yield and quality of the harvested roots in different productivity zones using variable seeding rates. The zones were determined by Varistar, s. r. o, Company. The trial plot area was divided into two parts of the same size; each part consisted of four productivity zones with yield potentials 105% (high), 100% (regular), 95% (low) and 90%. The first part was treated strictly uniformly with a seeding rate of 123 000 seeds per hectare and fertilization of 200 kg·ha⁻¹ LAD. Variable-rate seeding and variable-rate fertilizer application were used in the second part.

Both seeding and fertilizer rates were increased in high-productive zones and decreased in low-productive zones. The seeding rate in the variable part varied from 96 000 seeds per hectare to 128 000 seeds per hectare; the fertilizer rate varied from 180 to 210 kg·ha⁻¹ LAD. It was found that neither the crop density nor the average root weight correlates with the sugar content. In the uniform part, the correlation coefficient between productivity zone level and sugar content was –71% on average, however, this result was not statistically significant. The correlation coefficient between the number of beets per hectare and average beet weight was 72% or higher and statistically significant in 3 cases out of 4. This means sugar beet is a convenient plant for variable-rate applications. In the variable part, the yield was increased by 12% on average compared to the uniform part. This result was not statistically significant. Considering the sizes of individual productivity zones in the plot area the yield was increased by 5% in the variable part compared to the uniform part with a decreased average seeding rate per hectare in this part.

Key words: root yield, variable-rate seeding, variable-rate application, precision farming, yield potential, productivity zone, sugar content.

Kontaktní adresa – Contact address:

Mgr. Ing. Antonín Procházka, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra agroekologie a rostlinné produkce, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbát, Česká republika, e-mail: antprochazka@gmail.com