

Vliv půdní zásoby dusíku na potřebu hnojení cukrové řepy

HOW SOIL NITROGEN RESERVE AFFECTS THE N FERTILIZER NEED OF SUGAR BEET

Jaromír Chochola – Řepečský institut, Semčice

Výživa dusíkem je předpokladem tvorby výnosu, metabolismus dusíku v cukrové řepě je však zároveň jistým protipólem metabolismu glycidového a konkurentem při tvorbě zásobní sacharosy. Proto je dávkování dusíku u cukrové řepy vždy optimalizační úlohou: dodat dusíku právě tolik, aby se podpořil počáteční růst a vytvořila se potřebná listová plocha, aby však tvorba listů nebyla ve druhé fázi vegetace na úkor ukládání sacharosy. Vedle snížení koncentrace sacharosy v řepě – cukernatosti – se nadměrná výživa dusíkem projevuje i zvýšeným obsahem dusíkatých látek v řepách, zejména aminokyselin, a tyto látky komplikují zpracování řepy v cukrovaru. Tak, jak se postupně zvyšovalo hnojení, přibývalo případů nadměrné výživy dusíkem. V šedesátých a sedmdesátých letech minulého století bylo vysoké hnojení dusíkem příčinou všeobecného poklesu cukernatosti a technologické jakosti řepy. V této době se problematika začala intenzivně zkoumat a výsledkem byla celá řada metod stanovení potřebné dávky dusíku, založených na zjištění zásoby dusíku v půdě – WEHRMANN (8), WIKLICKY (9). Pro naše podmínky jsme takovou metodu vypracovali v osmdesátých letech – CHOCHOLA (3, 4) a od roku 1983 ji cukrovarnický průmysl začal široce využívat k doporučení výše hnojení. S jistými obměnami se tento postup využívá dosud. Postupně (i v důsledku řady dalších vlivů) došlo k výraznému snížení dávek dusíku, jak přímo k cukrové řepě, tak i v rámci osevních postupů, a ke zlepšení jakosti řepy. Po roce 1989 a po změně politického systému došlo k podstatným změnám i v zemědělství. Významně poklesly stavy skotu, poklesla produkce hnoje,

z osevních postupů téměř zmizely jeteloviny, snížily se imise dusíku z ovzduší. Nové odrůdy cukrovky mají mnohem menší chrást, výnos řepy je však více než dvojnásobný. Tyto změny mají nepochybně vliv na zásobu dusíku v půdě i na potřebu hnojení, a proto jsme se rozhodli aktuální vztah mezi půdní zásobou dusíku a potřebou hnojení cukrové řepy ověřit.

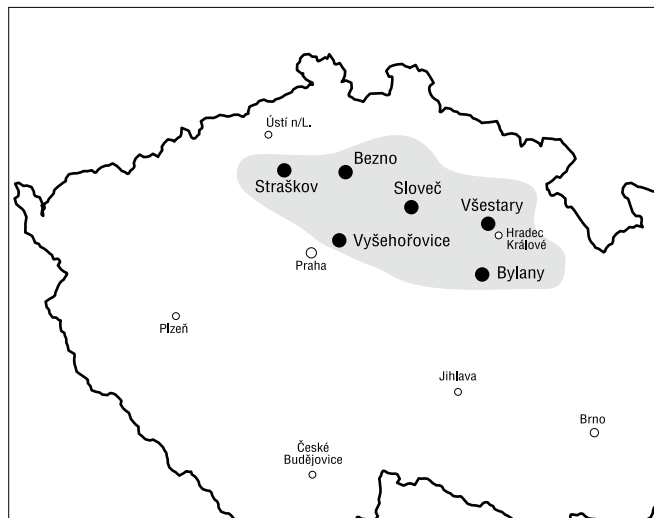
Metodika

Od roku 1986 provádíme v Řepečském institutu tzv. monitorování zásoby dusíku na řepných polích. V průběhu dlouhého období se metodika práce měnila, vždy však byly půdní vzorky odebírány počátkem března z půdních vrstev 0–30, 30–60 a 60–90 cm, vždy v nich byla stanovena vlhkost, nitrátový a amonný dusík, vždy jsme se snažili o rovnoměrné pokrytí české řepařské oblasti odběrem ze 30–50 polí. Výsledky této práce chceme dokumentovat vývoj půdní zásoby minerálního dusíku.

V letech 2001–2010 jsme na zakázku Řepečské komise při cukrovarrech společnosti Tereos TTD prováděli mj. polní pokusy se stupňovaným hnojením dusíkem. Pokusy byly provedeny na lokalitách rozmístěných v české řepařské oblasti podle obr. 1. Dnes máme z tohoto programu výsledky ze 32 pokusů. Dávky dusíku byly stupňovány ve škále 0, 40, 80, 120 a 160 kg.ha⁻¹ N. V některých případech (omezený prostor na pokusném poli) byla nejnižší (0 kg.ha⁻¹) nebo nejvyšší (160 kg.ha⁻¹) dávka z pokusného schématu vypuštěna. Hnojilo se vždy ledkem amonným s vápencem po zasetí a před vzejitím cukrové řepy. Plocha pokusných parcel byla 30 m², sklizňová plocha 10 m², počet rostlin ke sklizni na nich byl 85–95. Pokusy byly sklizeny (ořezány a vyorány) třířádkovým sklizečem, celá sklizeň parcely byla vyprána a zvážena a ve vzorku řepné kaše byly stanoveny jakostní parametry. Pro účely této práce se omezují na syntetické vyjádření výnosu jako výnosu polarizačního cukru. U výsledků uvádím hodnotu LSD_{0,05} (least significant difference při 95 % pravděpodobnosti), aby byla zřejmá významnost rozdílů mezi variantami. Dále je uvedena „optimální dávka dusíku“ – ODN. Stanovení ODN (s přesností na desítky kg.ha⁻¹ N) bylo provedeno:

1. Kvadratickou regresí – tam, kde je trend zřejmý od nuly k maximum a zase dolů. ODN odečítám jako $x =$ vrchol výnosové křivky.
2. Lineární regresí – tam, kde je trend setrvale vzrůstající či klesající. ODN odečítám jako maximum nebo minimum zkoušeného intervalu dávek N.
3. Nejnižší dávka spadající dovnitř intervalu LSD_{0,05} tam, kde je trend rozkolísaný, a tam, kde spadá celý rozptyl výsledků dovnitř intervalu LSD_{0,05}.

Obr. 1. Lokalizace pokusu



Tab. 1. Výsledky pokusů se stupňovaným hnojením dusíkem a půdní zásoba dusíku na pokusných lokalitách

Lokalita, ročník	Dávka dusíku (kg.ha ⁻¹)					LSD _{0,05}	ODN* (kg.ha ⁻¹)	Určení ODN**	NO ₃ +NH ₄ dusík v půdě (kg.ha ⁻¹)		Příspěvek OH a OP*** (kg.ha ⁻¹ N)	Zásoba N v půdě celkem (kg.ha ⁻¹)	
	0	40	80	120	160				0–60 cm	0–90 cm		0–60 cm	0–90 cm
	Výnos polarizačního cukru (t.ha ⁻¹)												
Straškov 2001	11,72	11,42	11,27	11,13	10,95	0,54	0	2	232	280	30	262	310
Straškov 2002	12,22	12,64	12,16	12,41	12,47	0,95	0	3	96	171	20	116	191
Straškov 2003	16,29	16,49	15,81	15,47	15,33	0,77	0	1	55	113	30	85	143
Straškov 2005	10,83	12,26	12,80	13,08	12,75	0,78	100	1	59	113	20	79	133
Straškov 2006	7,71	7,97	8,18	8,06	7,94	0,48	90	1	116	155	20	136	175
Straškov 2007	11,78	12,38	12,16	12,55	12,30	0,84	0	3	225	321	20	245	341
Straškov 2009	–	13,54	13,64	13,1	13,03	0,52	40	2	63	103	20	83	123
Straškov 2010	16,58	16,77	17,23	16,87	–	0,69	80	1	66	106	0	66	106
Bezno 2001	13,89	14,41	14,84	15,60	14,90	0,51	120	1	90	134	0	90	134
Bezno 2002	13,96	13,24	13,22	13,74	13,47	0,80	0	3	187	210	0	187	210
Bezno 2003	11,11	12,20	12,98	13,31	13,27	0,66	140	1	35	45	0	35	45
Bezno 2004	11,62	11,90	11,79	11,41	11,39	0,95	60	1	51	72	0	51	72
Bezno 2005	14,54	15,65	16,83	16,74	16,14	0,68	100	1	46	65	0	46	65
Bezno 2006	12,85	13,50	13,89	14,61	13,86	0,63	110	1	28	58	0	28	58
Bezno 2007	16,35	17,20	17,26	17,64	17,64	0,46	130	1	40	63	0	40	63
Bezno 2008	14,81	14,97	15,45	15,09	15,12	0,45	100	1	68	100	0	68	100
Bezno 2009	–	17,60	18,90	18,23	17,85	0,64	90	1	31	54	0	31	54
Bezno 2010	–	15,90	15,68	15,64	15,94	0,86	40	3	56	131	20	76	151
Všestary 2001	13,15	12,72	12,54	11,94	12,16	0,60	0	2	129	169	20	149	189
Všestary 2002	12,86	12,84	12,75	13,09	13,22	0,67	0	3	90	130	20	110	150
Všestary 2003	12,95	12,96	12,53	12,59	12,15	0,77	0	2	105	140	0	105	89
Všestary 2004	11,59	12,56	12,41	12,41	12,02	0,62	80	1	90	138	40	130	178
Všestary 2005	15,62	15,81	15,97	15,79	15,14	0,74	70	1	39	71	0	39	71
Všestary 2006	11,68	11,68	11,64	11,46	11,06	0,55	40	1	43	57	0	63	77
Všestary 2007	18,96	19,00	19,40	19,03	19,03	0,42	80	1	40	65	20	60	85
Všestary 2009	–	16,24	16,64	17,02	16,59	0,46	110	1	13	30	20	33	50
Všestary 2010	13,81	13,95	14,39	14,12	13,51	0,48	70	1	50	79	20	70	99
Vyšehořovice 2009	13,55	14,15	14,9	14,61	–	0,63	100	1	23	45	0	23	45
Vyšehořovice 2010	12,07	12,43	11,84	11,75	–	0,52	30	1	92	150	0	92	150
Bylany 2009	16,04	16,2	16,19	16,46	–	0,66	120	2	71	109	20	91	129
Bylany 2010	15,34	15,25	14,95	15,08	15,05	0,42	0	3	81	124	0	81	124
Sloveč 2010	13,14	13,85	14,03	14,08	14,08	0,59	120	1	37	145	0	37	145
Průměr	13,47	14,05	14,20	14,19	13,87		63		76	117	11	88	127

* ODN = optimální dávka dusíku.

** Způsob určení ODN: 1 – dávka odpovídající maximu výnosové křivky; 2 – dávka N odpovídající maximu přímky lineární regrese ve zkoumaném intervalu dávek; 3 – nejnižší dávka spadající dovnitř intervalu spolehlivosti tam, kde je trend rozkolísaný.

*** Příspěvek organického hnojení a bobovitých rostlin v osevním postupu k zásobě dusíku.

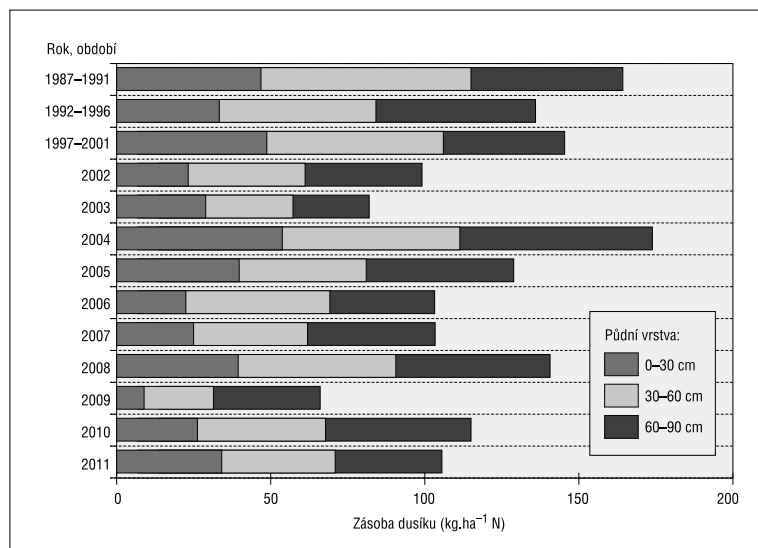
U každého pokusu se stupňovaným hnojením dusíkem je uvedeno, kterým ze tří popsanych postupů byla ODN v daném ročníku na lokalitě stanovena.

Zásoba dusíku v půdě je pro každý pokus charakterizována jednak obsahem nitrátového a amonného dusíku v půdních vrstvách 0–60 cm a 0–90 cm, jednak také předpokladem zvýšené mineralizace dusíku po případném organickém hnojení nebo po předchozích bobovitých rostlinách v osevním postupu. Zásoba minerálního (nitrátového + amonného, vyluh 1 % K₂SO₄)

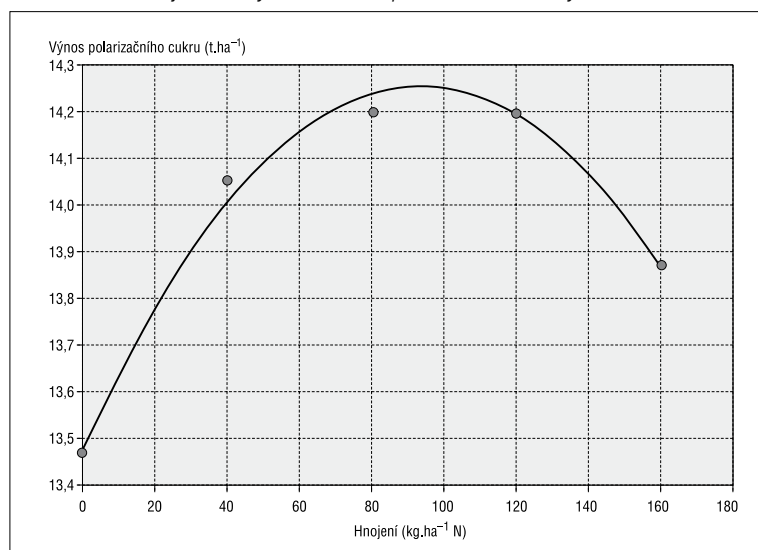
dusíku byla z analyticky zjištěné koncentrace v půdě přepočtena s předpokladem, že na 1 ha do 30 cm je 3,9 mil. kg zeminy, ve vrstvě 30–60 cm a 60–90 cm vždy po 4,2 mil. kg. Příspěvek organického hnojení a osevního postupu k zásobě dusíku byl hodnocen takto:

- hnůj (30–50 t.ha⁻¹) +20 kg.ha⁻¹ N,
- kompost +10 kg.ha⁻¹ N,
- předplodina hrách či bob +10 kg.ha⁻¹ N,
- předplodina vojtěška nebo jetel +20 kg.ha⁻¹ N.

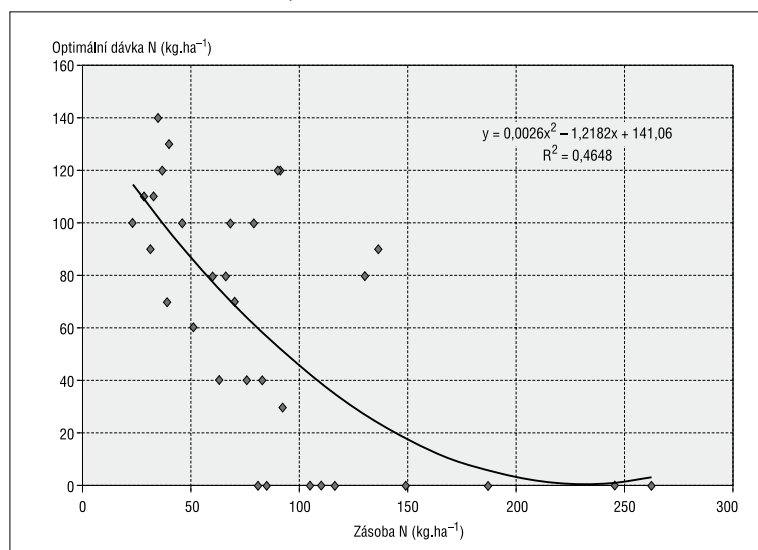
Obr. 2. Zásoba dusíku na řepných polích v Česku



Obr. 3. Vliv hnojení na výnos cukru – průměrné hodnoty



Obr. 4. ODN a zásoba N v půdní vrstvě 0-60 cm



Tyto hodnoty jsou výrazně nižší, než udávají bilanční metody pro vstupy dusíku do půdy (6), vycházejí však z rozdílů mezi potřebou hnojení organicky hnojených a nehnojených osevních sledů (7) a z předpokladu, že v době hodnocení půdní zásoby dusíku (v březnu) by se značná část příspěvku organického hnojení či jetelovin měla už projevit ve výsledku půdního rozboru.

Výsledky

Na obr. 2. je graficky znázorněn vývoj půdní zásoby dusíku v české řepařské oblasti. Zásoba velmi kolísá mezi ročníky i v jednotlivých sledovaných půdních vrstvách. Přesto je viditelná jistá tendence k poklesu půdní zásoby v průběhu sledovaných 24 let. Zásoby v letech 1987–2001 se pohybovaly kolem 150 kg·ha⁻¹ N do 90 cm, v posledních 5 letech oscilují kolem hodnoty 100 kg·ha⁻¹. Průměrná zásoba dusíku za sledované období ve vrstvě 0–30 cm je 36,5 kg·ha⁻¹ N, ve vrstvě 30–60 cm je to 50,4 kg a ve vrstvě 60–90 cm 44,7 kg. Meziročníkové kolísání je nejmenší v nejhlubší vrstvě (průměrná odchylka 8,6 kg), největší v ornici 0–30 cm (průměrná odchylka 10,6 kg). Pokles půdní zásoby dusíku v průběhu sledovaného období je nejzřetelnější ve vrstvě 30–60 cm, zatímco ve vrstvě 60–90 cm k poklesu prakticky nedochází.

V tab. I. jsou výsledky pokusů se stupňovaným hnojením – výnosy polarizačního cukru, optimální dávka dusíku a parametry příslušné zásoby dusíku v půdě. Ve 21 případech (v 66 %) lze výnosovými výsledky proložit výnosovou křivku se vzestupnou a sestupnou větví a lze tedy dobře určit maximální výnos a jemu příslušnou „optimální dávku dusíku“. V pěti případech je vztah mezi dávkou dusíku a výnosem lineární a až na jednu výjimku se jedná o pokles výnosu s hnojením v celém intervalu zkoušených dávek. V šesti případech není možno mluvit o závislosti mezi dávkou dusíku a výnosem. Za optimální dávku tu považují nejvyšší zkoušené hnojení. V devíti případech byla určena optimální dávka jako 0 kg·ha⁻¹ N, pouze v šesti případech bylo optimální hnojení vyšší než 100 kg·ha⁻¹ N. Průměrné výnosy za všechny lokality a ročníky pro jednotlivé dávky dusíku dávají velmi pravidelnou výnosovou křivku s maximem při 90 kg·ha⁻¹ N (obr. 3.). Průměr jednotlivě určených dávek dusíku za pokusnou sérii je však pouze 62 kg·ha⁻¹ N. Z tohoto rozporu je zřejmé, že hnojení dusíkem je výrazně individuální záležitostí jednotlivých polí a že aplikace průměrů z více případů na jednotlivá pole mohou vést k chybám.

Analyticky zjištěná zásoba dusíku kolísá ve velmi širokém rozpětí – ve vrstvě 0–90 cm od 30 do 321 kg·ha⁻¹ N. Průměrné hodnoty za celou pokusnou sérii souhlasí přibližně s výše popsanými hodnotami z monitorování zásoby dusíku z období 2001–2010. Vzhledem k této shodě pokládám za možné zobecnit výsledky z této pokusné série na celou řepařskou oblast Čech. Příspěvek organického hnojení a osevního postupu k zásobě dusíku je výrazně menšinový, přesto však hodnocení zásoby dusíku zpřesňuje.

Závislost mezi půdní zásobou dusíku a optimálním hnojením pro cukrovou řepu je na obr. 4. pro půdní vrstvu 0–60 cm a na obr. 5. pro půdní vrstvu 0–90 cm. Překvapující je, že závislost pro vrstvu 0–60 cm je těsnější, korelační koeficient je vysoce významný (pravděpodobnost 99 %). Závislost pro vrstvu 0–90 cm je volnější, korelační koeficient mírně překračuje hodnotu pro 95 % pravděpodobnost.

Diskuse

Vliv hnojení dusíkem na výnos cukru jsme zjišťovali zhruba před 30 lety, v pokusných sériích z let 1974–1983 (2, 3). Dávka dusíku potřebná pro maximální výnos polarizačního cukru byla tehdy stanovena na 99 kg.ha⁻¹. Z tohoto pohledu je dnešní výsledek – 64 kg.ha⁻¹ N – překvapující, protože mezitím došlo k poklesu zásoby minerálního dusíku v půdě a ke vzestupu výnosů. Zásoba dusíku poklesla zhruba o 50 kg.ha⁻¹, výnos polarizačního cukru vzrostl o 60 %. Současně však podstatně ubylo biomasy chrástu a cukrová řepa většinu dusíku ukládá právě do chrástu. V našich pokusech jsme výnos chrástu nezjišťovali, dnešní poměr mezi chrástem a řepou však bývá cca 0,5, před 30 lety to bylo 1,0–1,2. Domnívám se, že posun struktury výnosu ve prospěch kořene a cukru a na úkor chrástu je nejdůležitějším faktorem pro nalezenou nižší potřebu hnojení. Lze si ovšem představit i další faktory: Koncentrace dusíku ve chrástu cukrové řepy může kolísat přibližně v rozpětí 2,5–4 %, v řepě 0,5–1,0 % a je pravděpodobné, že se obě hodnoty postupně snižují. Delší průměrná životnost listů vede ke snížení podílu listů odumírajících během vegetace a tak opět ke snížení potřeby dusíku. Konečně: přes pokles zásoby minerálního dusíku v půdě zůstává v českém zemědělství bilance dusíku výrazně přebytková (+49 kg.ha⁻¹ – KLÍR (6)) a v půdě je značné množství dusíku v mineralizovatelných organických vazbách. Domnívám se, že lepší zpracování půdy a méně pojezdů po polích snižují dříve velmi rozšířené utužení půdy a zvyšují mineralizaci organicky vázaného dusíku během vegetace.

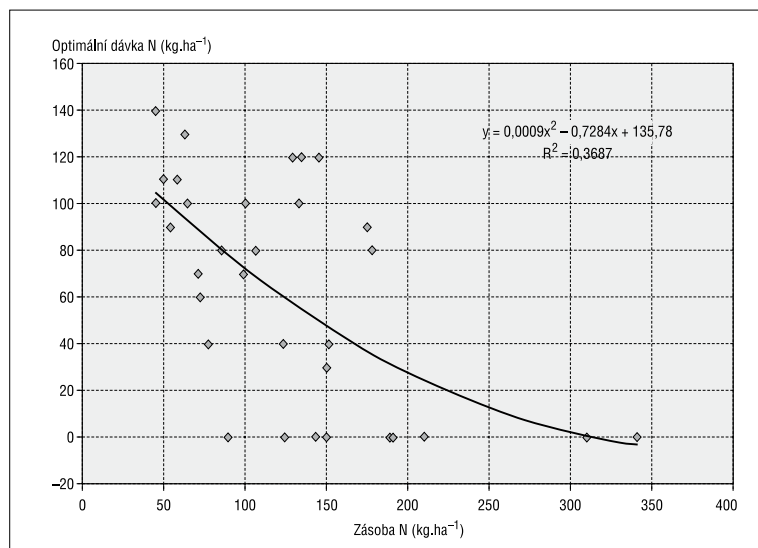
Vliv hnojení dusíkem na výnos cukrové řepy je obecně možno popsat kvadratickou výnosovou křivkou (obr. 3.) se vzestupnou a sestupnou větví. Na vzestupné větvi se podílí zejména zvyšování výnosu řepy, sestup je zapříčiněn poklesem cukernatosti v řepě (2). Výnosová křivka je však velmi plochá a rozdíl výnosu mezi jejím maximem a minimem (ve zkoušeném intervalu) je pouze 6 %. Před 30 lety bylo toto číslo vyšší – 8 %, ale přesto je z obou pokusných sérií zřejmé, že dusík není silným výnosovým faktorem. Plochá výnosová křivka – slabá závislost mezi hnojením a výnosem – nutně vyvolává otázky po ekonomice hnojení, protože náklady na hnojení pochopitelně snižují výnosový efekt.

Ekonomiku hnojení posoudíme, jestliže výnosovou křivku nahradíme křivkou tržeb a odečteme od nich náklady na hnojení. Tento aspekt je představen v tab. II., ve které jsou tržby vypočteny ve 2 variantách ceny řepy (650 a 900 Kč.t⁻¹) a náklady na hnojení za předpokladu ceny 20 Kč.kg⁻¹ N a 400 Kč.ha⁻¹ za jednu aplikaci. Zohlednění nákladů na hnojení dále snížilo optimální dávku dusíku. Pokud vycházíme z výsledků jednotlivých pokusů (nikoliv z průměrné výnosové křivky), pak při nákupní ceně řepy 900 Kč.t⁻¹ je optimální dávka 42 kg.ha⁻¹ N, při ceně 650 Kč.t⁻¹ pouze 32 kg.ha⁻¹ N. Jestliže přihlédneme k ekonomice, pak dusíkatým hnojením ovládneme pouhých 3 % tržeb a příliš vysokým hnojením můžeme tržby až o 6 % snížit. V jednotlivých případech však může mít dusík velmi silný vliv na výnos a jeho správné dávkování může přinést značný ekonomický efekt (Bezno 2006), jinde naopak je jediným správným rozhodnutím dusíkem nehnojit (Straškov 2001, Bylany 2010) a hnojení vytváří ekonomickou ztrátu. Úkolem je tedy zvýšit spolehlivost prognózy těchto jednotlivých případů.

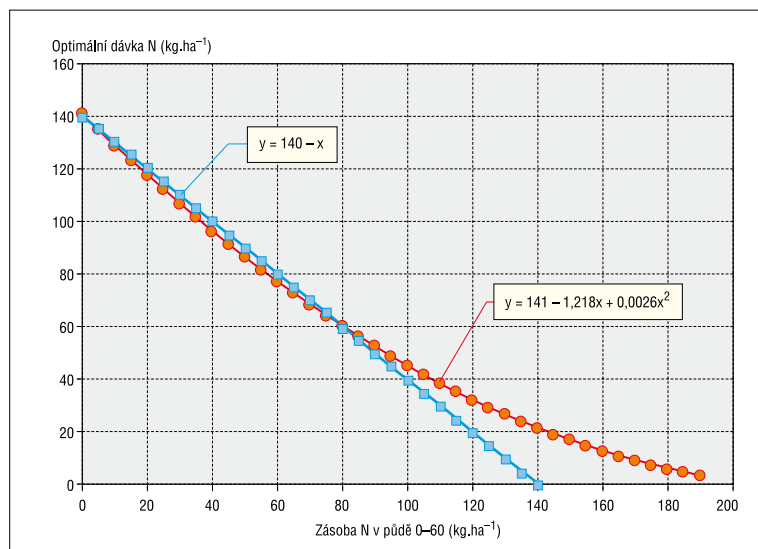
Prognózy potřeby dusíkatého hnojení, a tedy jeho výnosového efektu u cukrové řepy pro jednotlivé pozemky, jsou už zhruba 30 let založeny zejména na stanovení půdní zásoby dusíku v předjaří. V poslední době byly sice publikovány i práce, které přesnost této prognózy zpochybňují a doporučují jednotné hnojení univerzální dávkou (1), domnívám se však, že právě výše diskutované výsledky s velikými rozdíly v potřebě hnojení a v jeho ekonomickém efektu dokládají, že u nás bychom se měli spíše snažit hnojení jednotlivých pozemků individualizovat. Pokud máme signifikantní vztah mezi půdní zásobou dusíku a optimálním hnojením, měli bychom ho využít. Z naší pokusné



Obr. 5. ODN a zásoba N v půdní vrstvě 0–90 cm



Obr. 6. Empirická a prakticky použitelná závislost mezi zásobou dusíku a potřebou hnojení



série se takový vztah podařilo odvodit – obr. 4. a 5. Těsnější závislost, a tedy i pravděpodobná vyšší kvalita prognózy optimálního hnojení, je u půdní vrstvy 0–60 cm (obr. 4.). Domnívám se, že v našich podmínkách má tento výsledek logiku: V předchozím textu bylo konstatováno, že půdní dusík ve vrstvě 60–90 cm nepodléhá takové proměnlivosti, představuje do jisté míry aditivní složku. Lze si představit, že využití dusíku z vrstvy 60–90 cm k výživě cukrové řepy závisí velmi na vlhkostních podmínkách ročníku, což oslabuje jeho prognostickou hodnotu. Přestože tedy původní práce k této problematice vycházely z hodnocení půdní vrstvy 0–90 cm – WEHRMANN (8) – doporučuji pro praktické využití u nás půdní vrstvu 0–60 cm a vztah:

$$y = 141 - 1,218x + 0,0026x^2 \quad (1),$$

kde y je optimální dávka dusíku a x je množství nitratového a amonného dusíku v půdní vrstvě 0–60 cm v $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Tento vztah je pro praktické účely možno dále zjednodušit na lineární rovnici:

$$y = 140 - x \quad (2),$$

kteřá vylučuje pouze velmi nízké, prakticky nerealizovatelné hnojení při zásobách nad $140 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N v půdě. Zjednodušený, lineární tvar rovnice je výhodnější i s ohledem na ekonomiku hnojení, protože při nízké potřebě hnojení hrají velkou roli aplikační náklady a přírůstek výnosu nebývá adekvátní vloženým nákladům. Empirický vztah (1) a vztah pro praktické využití (2) jsou znázorněny na obr. 6.

Vztahy (1) a (2) jsou jiné, než vztah odvozený před 25 lety – CHOCHOLA (5). Tehdy byl pro praktickou potřebu navržen zjednodušený výpočet:

$$y = 240 - 2x \quad (3).$$

Příčiny změny závislosti jsou metodické, ale pravděpodobně i ve změně genotypu cukrové řepy. Závislost (3) počítala pouze se stanovením nitratového dusíku a nebyla prováděna korekce na organické hnojení. Nejvyšší možné hnojení ($240 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N)

korespondovalo tenkrát přibližně s odběrem dusíku cukrovou řepou. Dnes prezentované výsledky počítají s korekcí na organické hnojení, s amonným dusíkem v půdě a pravděpodobně se tu projevuje i nižší celková potřeba dusíku současných odrůd cukrové řepy.

Tato práce vznikla díky finanční podpoře pokusnické činnosti Řepařského institutu ze strany Řepařské komise Tereos TTD, a. s. Dlouhodobá stabilita této podpory umožnila sbromáždit rozsáhlý soubor výsledků, pokrývajících jak variabilitu ročníkových vlivů, tak variabilitu geografickou a dovolující zobecnění pro praktické využití.

Souhrn

V letech 1987–2011 v březnu byla vždy na 30–50 polích připravených pro cukrovou řepu monitorována zásoba minerálního dusíku. Zásoba dusíku mezi jednotlivými ročníky velmi kolísá, v průběhu sledovaného období se však zřetelně snižuje z cca $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ N

Tab. II. Vliv nákladů na hnojení na optimální dávku dusíku

	Dávka N (kg.ha ⁻¹)					ODN (kg.ha ⁻¹)
	0	40	80	120	160	
Výnos polarizačního cukru – průměr pokusné série (t.ha ⁻¹)	13,36	13,96	14,12	14,13	13,81	90
Tržba při ceně řepy 650 Kč.t ⁻¹ (Kč.ha ⁻¹)	54 284	56 708	57 365	57 396	56 086	90
Tržba při ceně řepy 900 Kč.t ⁻¹ (Kč.ha ⁻¹)	75 163	78 519	79 429	79 471	77 657	90
Náklady na hnojení (Kč.ha ⁻¹)	0	1 000	2 000	3 000	4 000	–
Tržby – náklady na hnojení při ceně řepy 650 Kč.t ⁻¹ (Kč.ha ⁻¹)	54 284	55 708	55 365	54 396	52 086	60
Tržby – náklady na hnojení při ceně řepy 900 Kč.t ⁻¹ (Kč.ha ⁻¹)	75 163	77 519	77 429	76 471	73 657	70

na počátku období na dnešních cca 100 kg.ha⁻¹. Zásoba se snižuje nejvíce v půdní vrstvě 30–60 cm, ve vrstvě 60–90 cm zůstává stabilní, ve vrstvě 0–30 cm podléhá velikým ročníkovým výkyvům.

V letech 2001–2010 bylo provedeno 32 pokusů se stupňovaným hnojením dusíkem. Optimální dávka dusíku v průměru pokusné série byla 62 kg.ha⁻¹, kolísala však v rozpětí 0–140 kg.ha⁻¹. Z diskuse výsledků vyplývá potřeba individualizovat hnojení jednotlivých polí na základě zásoby dusíku v půdě. Byl nalezena vysoce signifikantní regrese mezi optimální dávkou dusíku (y) a jeho zásobou v půdě (x): $y = 141 - 1,218x + 0,0026x^2$. Doporučuje se využít tuto regresi k prognóze potřeby hnojení.

Klíčová slova: cukrovka, hnojení, dusík, monitorování, zásoba N, dávka N.

Literatura

- JAGGARD, K. W.; QI, A.; ARMSTRONG, M. J.: A meta- analysis of sugar beet yield responses to nitrogen fertilizer measured in England since 1980. In *Proc. 71st IIRB Congress*. Brusel, 2008, s. 157–171.
- CHOCHOLA, J.: Vliv stupňovaného hnojení dusíkem na výnos a jakost cukrovky. *Rostlinná výroba*, 27, 1981 (7), s. 693–706.
- CHOCHOLA, J.; RADEK, J.: Možnosti prognózy potřebné dávky dusíku k cukrovce na základě půdních rozborů. *Rostlinná výroba*, 28, 1982 (1), s. 21–33.
- CHOCHOLA, J.: Vliv dusíkatého hnojení na výnos rafinády u cukrovky. *Rostlinná výroba*, 33 (LX), 1987 (8), s. 865–874.
- CHOCHOLA, J.: Vztahy mezi zásobou dusíku v půdě v březnu a jeho optimální dávkou pro cukrovku. *Rostlinná výroba*, 33 (LX), 1987 (9), s. 991–1000.
- KLÍR, J.; KUNZOVÁ, E.; ČERMÁK, P.: *Rámcová metodika výživa rostlin a hnojení*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., v ÚZEI, 2008 (2. aktualizované vydání), 52 s, ISBN 978-80-87011-61-4.
- NEUBERG, J. ET AL.: *Komplexní metodika výživy rostlin*. Metodiky ÚVTIZ, Praha, 1990, 328 s.
- WEHRMANN, J., SCHARPF, H. C.: Der Mineralstickstoffgehalt des Bodens als Maßstab für den Stickstoffdüngerbedarf. *Plant and Soil*, 52, 1979, s. 109–126.
- WIKLICKÝ, L., NÉMETH, K., RECKE, H.: Beurteilung des Stickstoffdüngerbedarfes für die Zuckerrübe mittels EUF (Elektroultrafiltration wasserklare Filtrate). In *Symp. Stickstoff und Zuckerrüben*. Brusel: IIRB, 1983, s. 533–544.

Chochola J.: How Soil Nitrogen Reserve Affects the N Fertilizer Need of Sugar Beet

The soil nitrogen reserve was always determined in March in the years 1987–2011; this took place in the 30–50 fields prepared for sugar beet. The nitrogen reserve varies highly in individual years but during the monitored period it decreased significantly from about

150 kg.ha⁻¹ N at the beginning to recent c. 100 kg.ha⁻¹ N. Nitrogen reserve decreased most in soil layer 30–60 cm, in layer 60–90 cm it remains the same, in layer 0–30 cm it is affected by strong fluctuations depending on the year.

Thirty-two field trials with gradated nitrogen application rate were conducted during years 2001–2010. In average the optimal nitrogen rate of this trial series was 62 kg.ha⁻¹ N, however in specific cases it fluctuated in range 0–140 kg.ha⁻¹. Discussion of the results suggests a need to individualize the fertilizing of sugar beet fields based on the soil nitrogen reserve. A high significant dependence between optimum nitrogen rate (y) and soil nitrogen reserve (x) was discovered: $y = 141 - 1.218x + 0.0026x^2$. It is recommended to use this dependence for prognosis of the need of N fertilizer.

Key words: sugar beet, fertilizing, nitrogen, monitoring, nitrogen reserve, nitrogen rate.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., Řepečský institut s.r.o., Semčice 69, 294 46 Semčice, Česká republika, email: chochola@semcice.cz

