

# Třicet let monitorování zásoby dusíku na řepných polích

THIRTY YEARS OF NITROGEN STOCK MONITORING IN BEET FIELDS

Jaromír Chochola, Klára Pavlů – Řepařský institut, Semčice

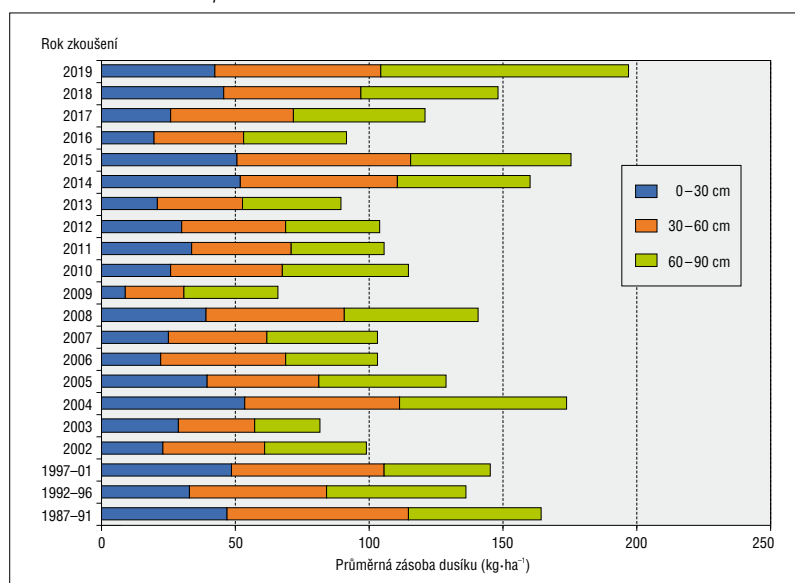
Zásoba minerálního dusíku v půdě ovlivňuje nepochybně potřebu hnojení pěstovaných plodin a úniky, zejména nitrátů, do spodních vod. Hnojení dusíkem proto vždy představuje hledání optimálního řešení, kompromisu mezi žádoucími a negativními účinky této živiny. K tomu je u cukrové řepy navíc potřeba zohlednit i vliv dusíku na jakost – na cukernatost a na výtěžnost cukru. Otázka prognózy správné dávky dusíku k cukrové řepě provází proto řepářství už téměř sto let. V 60. letech minulého století vzrostlo v celé Evropě prudce hnojení dusíkatými hnojivy a jedním z důsledků byl značný pokles cukernatosti cukrové řepy. Bylo zřejmé, že je potřeba zamezit případům nadměrného hnojení. Velkým výzkumným tématem se tak stala objektivní diagnostika potřeby hnojení dusíkem. Významným mezníkem v tomto hledání byla práce WEHRMANA A SCHARPFA (1), která významně oslabil dosavadní pochybnosti o využitelnosti velmi proměnlivého obsahu minerálního dusíku v půdě k prognóze potřeby hnojení. Spolehlivost diagnostiky zvýšila vazba na jednotný, předjarní termín odběru půdních vzorků a na vzorkování půdního profilu až do hloubky 90 cm. V 80. letech pak byly na tomto základě rychle vypracovány národní modifikace a praktické systémy pro doporučení dávek dusíku – u nás např. CHOCHOLY A RADKA (2). Do diagnostiky na jednotlivých polích se ovšem vzhledem k pracnosti vzorkování pouštěli jen nejpokrokovější pěstitelé, a tak jsme začali monitorovat jarní zásobu dusíku pouze na vybraných polích. Zprávy o tomto

monitoringu jsme rozesílali pěstitelům jako levnou regionální informaci pro úvahu o potřebě hnojení. První monitoring se uskutečnil v zimě 1986/1987 a přes všechny změny politického a hospodářského prostředí se jej daří provádět až dosud, tedy po dlouhých třicet let. Vedle každoročních aktuálních informací tak vznikl soubor dat o dlouhodobém vývoji zásob dusíku v půdě v české řepařské oblasti, který si zaslouží analýzu a prezentaci pro odbornou veřejnost. O to se snaží tato práce.

## Metodika

Půdní vzorky byly odebrány na polích, kde měla být v daném roce pěstována cukrová řepa. Přibližně 40 polí bylo v každém ročníku vybráno tak, aby reprezentovaly proměnlivost české řepařské oblasti. V prvních ročnících bylo do souboru zařazeno vždy několik lokalit z Hané, na počátku 90. let byl počet vzorkovaných lokalit nižší (cca 30), v letech 1993, 1999 a 2000 monitorování neproběhlo kvůli potížím s financováním. Po roce 2001 se soubor ustálil a odběr probíhal a probíhá u stabilního souboru pěstitelů z Čech. Půdní vzorky byly odebrány v předjaří, zpravidla na přelomu února a března, z vrstev 0–30, 30–60 a 60–90 cm. Vzorky byly dopraveny do laboratoře (Laboratoř Postoloprty) a byly zpravidla v odstupu 1–3 dnů od odběru analyzovány. Skladování vzorků probíhalo na chladném místě mimo budovy, vzhledem k ročnímu období nejčastěji při teplotě 0–5 °C. V půdních vzorcích byla stanovena vlhkost a obsah amonného a nitrátového dusíku (výluh 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Obsahy dusíku byly posléze přepočteny na zásobu dusíku v příslušné vrstvě na 1 ha, za předpokladu objemové hmotnosti 1,3 kg.l<sup>-1</sup> ve vrstvě 0–30 cm a 1,4 kg.l<sup>-1</sup> ve vrstvách 30–60 a 60–90 cm. Pro odhad potřeby hnojení byly ještě pro jednotlivé odběrové lokality zjišťovány dvě předplodiny, organické hnojení a minerální hnojení dusíkem na podzim a v zimě. V tab. I. je uveden příklad ročníkového výstupu – vzorkovaných lokalit, naměřených hodnot a odhadů potřeby hnojení.

Obr. 1. Časová řada zásob průměrných zásob dusíku v půdě na polích pro cukrovou řepu



## Výsledky

### Průměrná zásoba minerálního dusíku

Časová řada průměrných zásob dusíku v půdě (od roku 2002 za řepařskou oblast Čech, předtím zahrnuje i půdy z Hané) je uvedena na obr. 1.

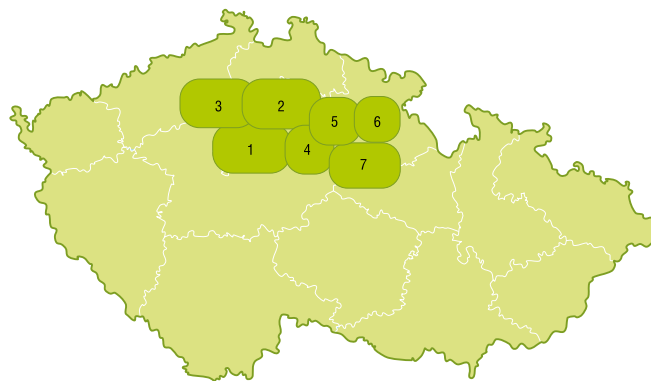
Zásoba minerálního dusíku velmi kolísá – od cca 65 do téměř 200 kg·ha<sup>-1</sup> N. Až do jara 2013 se zdálo, že postupně klesá, v letech 2014 a 2019 však opět stoupla ke 200 kg, a tak nezbývá než konstatovat, že tu není žádná zřetelná dlouhodobá tendence a že proměnlivost souvisí především s ročníkovými vlivy. Průměrná zásoba dusíku v půdní vrstvě 0–90 cm byla 126 kg·ha<sup>-1</sup>. Na této zásobě se podílí větší měrou hlubší horizonty (ve vrstvě 0–30 cm je průměrná zásoba 36 kg·ha<sup>-1</sup>, ve vrstvě 30–60 cm i ve vrstvě 60–90 cm je 46 kg·ha<sup>-1</sup>) a směrem do hloubky klesá ročníková proměnlivost. Ve vrstvě 0–30 cm kolísaly zásoby od 9 do 54 kg·ha<sup>-1</sup> N, ve vrstvě 30–60 cm bylo rozpětí 22–68 kg·ha<sup>-1</sup> a ve vrstvě 60–90 cm 25–62 kg·ha<sup>-1</sup>. Meziročníkové změny jsou často velmi výrazné: např. mezi ročníky 2003 a 2004 se zásoba dusíku změnila z 82 na 174 kg·ha<sup>-1</sup>, o 92 kg·ha<sup>-1</sup>, a v ročníku 2005 opět poklesla na 130 kg·ha<sup>-1</sup>. Nejedná se o stejná odběrová místa resp. pole, takže o meziročníkové kumulaci či poklesu zásoby je možno uvažovat jen s velkou rezervou. Přesto však je nápadný vzestup zásoby v posledních 4 suchých letech, a tak budeme dále rozebírat vztah mezi předjarní zásobou a předchozími zimními srážkami.

### Regionální zásoby

Od jara 2002 se vzorkování ustálilo a bylo možno výsledky rozdělit do 6 menších regionů, k nimž v roce 2009 přibyl jeden další – okolí bývalého cukrovaru Hrochův Týnec. V každém tomto regionu bylo vzorkováno vždy 5–8 polí. Regiony se vzájemně odlišují srážkovými úhrny a do jisté míry i převažujícími půdními druhy, hlavní důvod rozčlenění ovšem spočíval ve snaze prezentovat pěstitelům regionální stav zásoby dusíku z blízkého okolí. Regiony jsou znázorněny na obr. 2. a jsou dále v článku uváděny takto: 1 – okolí Prahy; 2 – Boleslavsko; 3 – Litoměřice, Louny a Mělník; 4 – Nymburk a Kolín; 5 – Jičín a Hradec Králové; 6 – České Meziříčí; 7 – Hrochův Týnec

V tab. II. jsou uvedeny regionální zásoby za poslední 3 roky a průměrná zásoba za období 2001–2019 (v případě regionu Hrochův Týnec pouze za 2009–2019). Je zřejmé, že zásoby dusíku se velmi odlišují, jak podle regionu, tak podle ročníku. I v průměru 18 let jsou regionální odlišnosti výrazné: okolí Prahy, Litoměřice a Mělník i Nymburk a Kolín mají zásobu výrazně vyšší. Mnohaletý průměr ovšem variabilitu výsledků (a v důsledku toho i variabilitu potřeby hnojení) zastírá. V jednom ročníku se ovšem regionální zásoby odlišují i o více než 100 kg·ha<sup>-1</sup> N nebo i o více než 100 %. Příčiny této variability pravděpodobně nespočívají ve způsobu hospodaření na polích, pravděpodobnější jsou v půdních a klimatických rozdílech. Budeme je analyzovat v dalším textu. Alespoň do určité míry by se variabilita zásob měla obrážet v dávkování dusíkatých hnojiv.

Obr. 2. Regiony pro vzorkování řepářských půd na zásobu dusíku



### Zimní srážky a zásoba dusíku

V jarní zásobě dusíku daleko převažují nitráty, které zůstávají v půdním roztoku a při prosakování vody půdním profilem se dostávají do hlubších půdních vrstev. V průběhu zimy tak dochází k vyplavování nitrátového dusíku a ke snižování jeho zásoby. Ze souboru dat z monitorování dusíku jsme proto vybrali

Tab. I. Monitorování zásoby dusíku na řepných polích – příklad výstupu z roku 2019

Lokalita	Okres	Vrstva půdy (cm)					Korigovaná zásoba N 0–60 cm (kg·ha <sup>-1</sup> )	Doporučené hnojení (kg·ha <sup>-1</sup> N)
		0–30	30–60	60–90	0–60	0–90		
		Zásoba N v půdě 25. 2. –1. 3. 2019 (kg·ha <sup>-1</sup> N <sub>min</sub> )						
Klecany	PHV	87	137	170	224	394	234	0
Slatina	PHZ	58	81	45	139	184	149	11
Brázdím	PHZ	60	83	132	143	275	153	7
Vyšehořovice	PHV	51	117	126	168	294	188	0
Rostoklaty	PHV	24	64	111	88	198	98	62
Okolí Prahy		56	96	117	152	269	164	16
Pěnčín	LB	31	32	33	64	97	84	76
Plazy	MB	34	51	88	85	173	105	55
Semčice	MB	25	39	28	64	92	64	96
Luštěnice	MB	33	41	77	73	150	93	67
Bezno	MB	42	74	78	116	193	116	44
Skalsko	MB	49	52	47	101	148	101	59
Čistá	MB	36	54	93	90	183	100	60
Mečeříž	MB	43	36	67	79	146	99	61
Boleslavsko		37	47	64	84	148	95	65
Straškov	LT	34	51	74	86	159	106	54
Klapý	LT	109	109	61	219	280	219	0
Peruc	LN	52	77	88	130	218	150	10
Hoštka	LT	38	71	132	108	241	118	42
Bohušovice	LT	66	89	106	155	261	155	0
Liblice	ME	35	45	103	80	183	90	70
Litoměřice / Mělník		56	74	94	130	224	140	29

Tab. 1. Monitorování zásoby dusíku na řepných polích – pokračování tabulky

Lokalita	Okres	Vrstva půdy (cm)					Korigovaná zásoba N 0–60 cm (kg·ha <sup>-1</sup> )	Doporučené hnojení (kg·ha <sup>-1</sup> N)
		0–30	30–60	60–90	0–60	0–90		
		Zásoba N v půdě 25. 2. – 1. 3. 2019 (kg·ha <sup>-1</sup> N <sub>min</sub> )						
Sloveč	NB	47	91	140	137	277	157	0
Kouty	NB	41	55	83	96	179	116	44
Nový Bydžov	HK	30	39	108	69	177	69	91
Králíky	HK	22	19	25	40	65	40	120
Nymburk		35	51	89	86	175	96	64
Křečhoř	KO	38	89	115	127	242	137	23
Potěhy	KH	31	63	239	93	333	113	47
Bečváry	KO	38	62	163	99	262	139	21
Kolín		35	71	172	106	279	130	30
Běchary	JC	57	58	62	116	177	136	24
Slatiny	JC	48	61	88	109	197	119	41
Bystřice	JC	25	24	30	49	79	89	71
Dobrá Voda	JC	38	41	63	79	142	89	71
Všestary	HK	46	53	93	99	192	119	41
Smiřice	HK	44	39	59	83	142	83	77
Jičín / Hradec Králové		43	46	66	89	155	106	54
Dobruška	RK	26	68	121	94	215	114	46
Nahořany	NA	24	58	93	83	175	103	57
České Meziříčí	NA	29	60	85	88	173	118	42
Jaroměř	NA	22	26	42	47	90	47	113
Dolany	NA	25	52	40	78	118	78	82
České Meziříčí		25	53	76	78	154	92	68
Chýšť	PA	44	65	131	109	241	129	31
Bylany	PA	79	62	169	140	309	160	0
Tuněchody	CR	44	85	131	129	260	149	11
Jenišovice	CR	24	62	102	86	187	106	54
Dolní Sloupnice	UO	54	66	52	120	172	140	20
Hrochův Týnec		49	68	117	117	234	137	23
TTD 25. 2. – 1. 3. 2019		42	62	93	104	197	118	45
TTD 21. 2. – 15. 3. 2018		46	51	51	97	148	106	57
TTD 6. – 9. 3. 2017		26	46	49	71	120	84	77
TTD 1. – 4. 3. 2016		20	34	38	53	92	65	95
ČR březen 1986 – 2015		37	50	45	89	135		

3 regiony – Boleslavsko, Litoměřice a Mělník, Jičín a Hradec Králové, s meteorologickými stanicemi (Semčice, Doksany, Hradec Králové) dobře reprezentujícími daný řepařský region, a budeme tady analyzovat vliv srážek na zásoby dusíku. Ve vegetačním období dochází u nás k průsaku vody mimo námi sledovaný horizont 0–90 cm jen opravdu výjimečně, a tak

#### Půdní druh

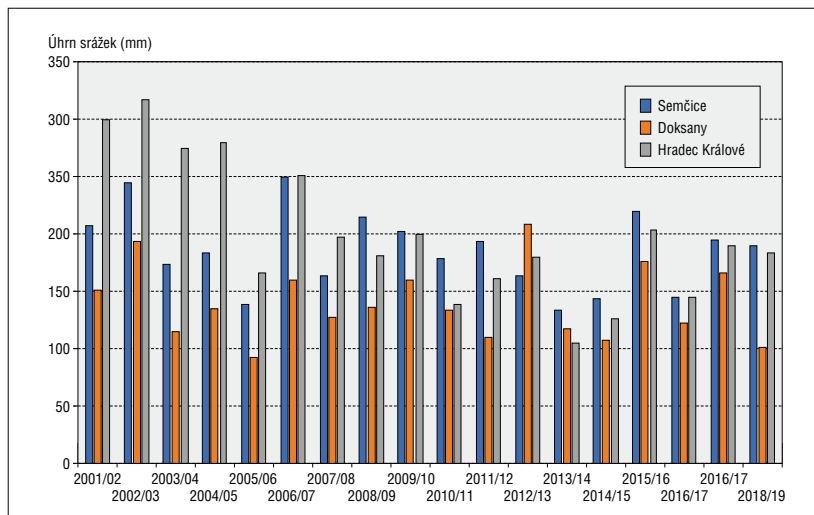
Jestliže zimní srážky jsou významnou příčinou posunu minerálního dusíku do spodních půdních vrstev, pak se zdá logické, že na tomto posunu se bude podílet i půdní druh, resp. množství kapilárních pórů v půdě. V našem souboru

pracujeme pouze se „zimními“ srážkami v období od října do února. K průsaku vody a posunu dusíku může docházet také v březnu, vzhledem k termínu našeho vzorkování na přelomu února a března, je to ovšem irelevantní.

Na obr. 3. jsou časové řady úhrnů „zimních“ srážek ve sledovaných regionech. Je zřejmé, že v průběhu 19 let došlo k poklesu těchto srážek, v posledních 10 letech překračují srážky hodnotu 200 mm jen výjimečně. Zvláště zřejmý je tento pokles pro měření z Hradce Králové, naopak v Doksanech srážky kolísají bez zřetelné tendence. Průměrné „zimní“ srážky za 19 let v Semčicích jsou 186 mm, v Doksanech 140 mm a v Hradci Králové 200 mm, jsou tu tedy velké rozdíly. Na obr. 4. je pro soubor všech dat (353 měření) z těchto tří regionů znázorněna souvislost mezi „zimními“ srážkami a množstvím minerálního dusíku v půdní vrstvě 0–30 cm. Data vykazují velkou variabilitu, ale vzhledem k velkému počtu měření je korelační koeficient pro proloženou regresní křivku významný na 99% úrovni pravděpodobnosti. Přes veliký rozptyl naměřených hodnot je zřejmé, že s rostoucími srážkami zásoba dusíku ve vrstvě klesá, že se dusík vyplavuje. Při srážkách nad 200 mm jsou vysoké zásoby už jen ojedinělými excesy. Podobná závislost byla zjištěna i pro celý sledovaný půdní horizont 0–90 cm (obr. 5.). Korelační koeficient je v tomto případě ještě zřetelně vyšší než pro vrstvu 0–30 cm. Při vyšších „zimních“ srážkách zjevně dochází k vyplavení dusíku pod sledovaný horizont. V regionu Litoměřice a Mělník jsou tyto srážky dlouhodobě o 46 mm, resp. o 60 mm nižší než v dalších hodnocených regionech a tento rozdíl pravděpodobně kumulativně rezultuje do průměrné zásoby dusíku o 35 kg·ha<sup>-1</sup>, resp. 39 kg·ha<sup>-1</sup> vyšší. Domníváme se, že tento vliv se významně podílí i na ostatních popsáních regionálních rozdílech. Při komentování dlouhodobého vývoje zásoby dusíku jsme konstatovali, že od roku 2014 se trend poklesu zásob dusíku obrátil do nárůstu k velmi vysokým hodnotám. Jednou z příčin jsou pravděpodobně i nízké zimní srážky – v zimách 2013/2014, 2014/2015 a 2016/2017 dokonce hluboko pod 150 mm.

lokalit jsme měli pravidelně dvě v tomto směru výrazně odlišné lokality: Liblice u Mělníka a Sloveč (Nymburk). Půdy v Liblicích jsou lehčí, písčitohlinité, naopak ve Slověči je půda jílovitá, navíc dlouhodobě obhospodařovaná bez orby. Vztah mezi zimními srážkami a zásobou dusíku ve vrstvě 0–30 cm na těchto lokalitách ukazují obr. 6. a 7. V obou případech je souvislost srážek a množství dusíku v půdní vrstvě velmi slabá, statisticky nevýznamná. 17 měření, která máme k dispozici, zřejmě nestačí k prokázání slabé závislosti. Na lehké půdě v Liblicích je slabá souvislost o něco zřetelnější. A přinejmenším na lehké půdě v Liblicích je možné usuzovat, že zimní srážky začínají hrát větší úlohu až při hodnotách nad 200 mm, při nižších srážkách je rozptýl hodnot velkých a je zřejmé, že daleko významnější roli má historie obhospodařování.

Obr. 3. Zimní srážky (říjen až únor) v rocích 2002–2019



### Vliv organického hnojení a předplodiny

Při dokumentaci vzorkovaných polí jsme evidovali organické hnojení a dvě předplodiny. Byla to velmi pestrá paleta faktorů, které mohou zásobu dusíku ovlivnit: hnůj, kejdy, komposty, digestáty, výpalky, (před)předplodiny jeteloviny, zeleniny. Není je možné analyzovat jednotlivě a není ani možno použít existující normativy, např. (3), kolik ten který faktor pro příští plodinu přináší dusíku. Do měřené předjarní zásoby se totiž některé tyto faktory

mohou promítnout vzhledem k rychlejší mineralizaci či časnější aplikaci více (kejdy, digestáty), jiné méně (komposty, později zaoraný hnůj). Rozhodli jsme se proto vyčíslit pouze průměrný vliv všech těchto zaznamenaných opatření na předjarní zásobu dusíku. V tab. III. jsou rozděleny zásoby dusíku (0–60 cm a 0–90 cm) v našem souboru na skupinu, kde bylo nějaké agrotechnické opatření s obecně uznávaným vlivem na příští zásobování rostlin dusíkem evidováno, a na skupinu, kde nikoliv. Překvapující je

# Altron Silver

NEW

stříbrná energie pro výnos

Makroprvky + mikroprvky v komplexních vazbách + látky z Krebsova cyklu  
Aktivace buněčných pochodů + zvýšení hladiny fytohormonů  
Aktivní nanočástice stříbra = transport účinných látek do rostlin

S nanostříbrem k vyšší účinnosti fungicidů

Časně růstové fáze - snížení toxicity herbicidu, podpora růstu  
Aktivní růst - zakrytí řádků, pozitivní ovlivnění výnosu  
Pozdější aplikace - zvýšení výnosu, zvýšení cukernatosti  
Kdykoli - regenerace porostu (mraz, krupobití, herbicidní šok)

Jediný přípravek s nanostříbrem v Evropě

Více látek aktivujících buněčné pochody

www.almiro.cz

ALMIRO energy for vegetation, s.r.o. | Melantrichova 477/20 | 110 00 Praha 1 | E: info@almiro.cz

Tab. II. Regionální zásoby dusíku za poslední 3 roky a za léta 2002–2019

Lokalita	Zásoba dusíku v půdě přelomu února a března ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ )				
	0–30 cm	30–60 cm	60–90 cm	0–60 cm	0–90 cm
2017					
Okolí Prahy	31	64	69	95	164
Boleslavsko	23	35	35	57	92
Litoměřice, Mělník	29	38	27	67	94
Nymburk, Kolín	31	60	65	91	157
Jičín, Hradec Králové	26	42	51	68	120
České Meziříčí	20	46	59	65	124
Hrochův Týnec	18	42	54	60	114
2018					
Okolí Prahy	49	66	65	115	180
Boleslavsko	35	32	29	67	96
Litoměřice, Mělník	39	50	60	90	150
Nymburk, Kolín	61	69	72	131	203
Jičín, Hradec Králové	35	42	44	77	121
České Meziříčí	50	47	46	97	143
Hrochův Týnec	55	52	42	107	148
2019					
Okolí Prahy	56	96	117	152	269
Boleslavsko	37	47	64	84	148
Litoměřice, Mělník	56	74	94	130	224
Nymburk, Kolín	35	60	125	95	219
Jičín, Hradec Králové	43	46	66	89	155
České Meziříčí	25	53	76	78	154
Hrochův Týnec	49	68	117	117	234
Průměr 2002–2019					
Okolí Prahy	41	56	54	98	151
Boleslavsko	27	39	40	75	116
Litoměřice, Mělník	41	48	53	89	139
Nymburk, Kolín	37	47	54	85	137
Jičín, Hradec Králové	30	40	41	71	112
České Meziříčí	26	38	39	66	103
Hrochův Týnec	35	46	49	81	130

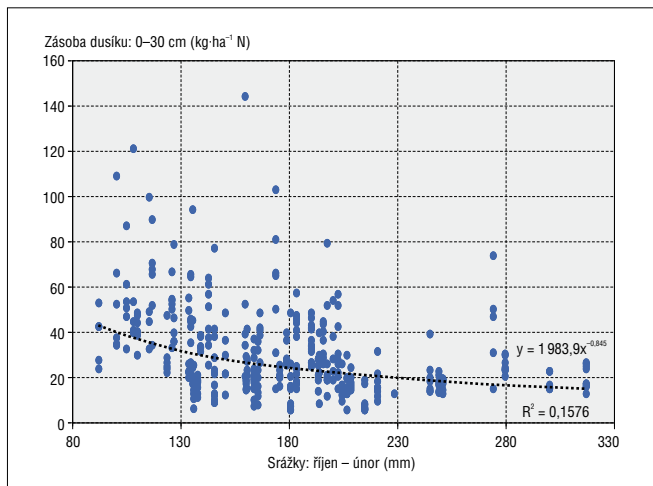
především velký podíl polí s nějakou formou organického hnojení nebo přispívající (před)předplodiny. V našem souboru za posledních 10 let je tento podíl více než 70 %. Zásoba dusíku na takto ošetřených polích je do 60 cm o  $6\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$  vyšší, ve vrstvě do 90 cm o  $12\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  vyšší. Normativní představy o příspěvku těchto faktorů jsou přibližně trojnásobné (3). K uvolnění, mineralizaci dalšího dusíku z organického hnojení a z předplodin dochází zřejmě až v průběhu vegetace řepy. Z toho vyplývá, že při doporučování hnojení podle předjarní zásoby dusíku je tyto faktory nutné vzít v úvahu a alespoň částečně je ke zjištěné zásobě připočít. Dalším důležitým zjištěním je, že se tyto faktory podílí na zinním posunu nitrátového dusíku do spodních horizontů (rozdíl mezi vrstvou do 60 a 90 cm) a že tedy při vysokých zinních srážkách mohou přispívat ke kontaminaci spodních vod.

### Diskuse

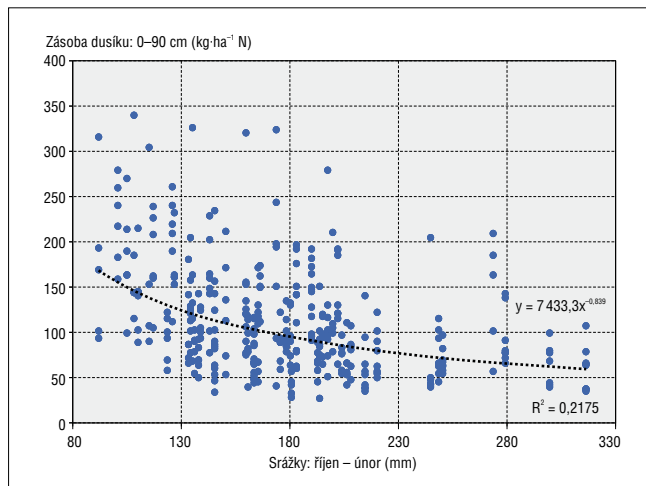
Monitorování dusíku provádíme na relativně malém území podél české části toku Labe s relativně uniformními klimatickými i hospodářskými podmínkami. Velmi nás proto překvapuje veliká variabilita naměřených výsledků. Nejlépe je to vidět na obr. 5. Zásoby dusíku v půdní vrstvě 0–90 cm varírují v rozpětí 30–350  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\text{ N}$ . I malé rozdíly klimatické, půdní a ve způsobu obhospodařování zjevně postupně vedou až k řádovým rozdílům. Zásoba dusíku je přitom podstatným faktorem pro výživu rostlin i pro environmentální působení. Sledovat a vyhodnocovat zásobu dusíku na polích je tak velmi důležité. Pro řepu speciálně je to důležitý faktor z hlediska ekonomiky pěstování i z hlediska její kvality. Při vysokých zásobách dusíku a jejich nerespektování při dávkování hnojiv mohou nastat problémy s cukernatostí i s melasotvorným „škodlivým“ dusíkem. Při zásobách N nad  $150\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  už prakticky ztrácí hnojení smysl a úspory nákladů mohou být kolem  $2000\text{ Kč}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tam, kde se vysoké zásoby dusíku vyskytují pravidelně, by měli agronomové svůj systém hnojení upravit. Z předchozího je zřejmé, že monitorování zásoby dusíku přináší cenné informace a je účelné v něm pokračovat.

Zásoby dusíku, které na jaře na polích pro cukrovou řepu nacházíme, jsou často velmi vysoké. Například v severním Německu (4) byly na jaře 2017 zásoby  $N_{\text{min}}$  do 90 cm v rozpětí  $33\text{--}105\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , v našem souboru to ve stejném období bylo  $92\text{--}164\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ve Francii (5) se v období 1995–2007 jarní zásoba nitrátů před setím řepy pohybovala v rozpětí  $55\text{--}105\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , u nás to v tomto období bylo  $82\text{--}174\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Naše vysoké zásoby mohou částečně souviset s nižšími zinnými srážkami. FECHNER (4) k výše uvedeným zásobám uvádí v Německu zinní srážky  $270\text{--}280\text{ mm}$ , ve Francii jsme pro Lille (reprezentuje přibližně hlavní řepařskou oblast v severní Francii) našli dlouhodobý průměr srážkového úhmu říjen–únor  $235\text{ mm}$ . Pro náš soubor byly zinní srážky v průměru  $175\text{ mm}$  a v posledních 10 letech jen  $160\text{ mm}$ . Domníváme se (a výsledky na obr. 4 a 5 to dokládají),

Obr. 4. Zimní srážky a zásoba dusíku v půdním horizontu 0–30 cm, regiony 2, 3 a 5



Obr. 5. Zimní srážky a zásoba dusíku v půdním horizontu 0–90 cm, regiony 2, 3 a 5



že při těchto srážkách dochází k posunu dusíku mimo vrstvu 0–90 cm jen ve velmi malé míře a rostlinami nevyužitý dusík se v půdě z roku na rok kumuluje.

Zásoba dusíku v půdě v předjaří závisí na zbytkovém množství po předplodině, na mineralizaci organického dusíku během podzimu a zimy a na translokaci nitrátů mimo sledovaný horizont zimními srážkami. V Sasku (6) se před zimou zásoba nitrátů v letech 2004–2014 pohybovala kolem 70 kg·ha<sup>-1</sup> N. My z polí našich řepářických podniků nemáme žádné reprezentativní údaje o množství minerálního dusíku v půdě před zimou, domníváme se však, že je stejné nebo vyšší než naměřené jarní hodnoty, tj. v posledních 5 letech nad 150 kg·ha<sup>-1</sup> N. Tuto domněnku opíráme o výše zmíněnou úvahu o minimální translokaci dusíku při nízkých zimních srážkách. Mineralizace dusíku během zimy pravděpodobně nehraje významnou úlohu – svědčí o tom malý rozdíl v jarní zásobě dusíku mezi pozemky s organickým hnojením a bez něj. Vysoké zásoby dusíku před řepou jsou tedy pravděpodobně primárně způsobeny velkým množstvím zbytkového dusíku po sklizni předplodin. Nemusí se přitom jednat pouze o první předplodinu – při nízkých zimních srážkách dochází k postupné akumulaci a zvyšování zásoby. Tato zásoba je pak k dispozici cukrové řepě, a ta ho využije. Cukrová řepa se svou dlouhou vegetační dobou a velkou hloubkou prokořenění půdního profilu zanechává po sklizni v půdě jen málo dusíku. DUVAL (5) našel na 18 lokalitách ve Francii po sklizni řepy v průměru jen 25 kg·ha<sup>-1</sup> N<sub>min</sub> do 90 cm. Po sklizni řepy tak pravděpodobně dochází k novému cyklu hromadění dusíku v půdě.

Podle našich předchozích zkoumání vztahu mezi zásobou dusíku a potřebou hnojení (2, 7) z toho vychází doporučení nízkých dávek dusíku v průmyslových hnojivech na jaře. Např. pro ročník 2018 jsme v průměru zde pojednávaného souboru polí doporučovali dávku 57 kg·ha<sup>-1</sup> N, v roce 2019 dokonce jen 45 kg·ha<sup>-1</sup>. Podle našich

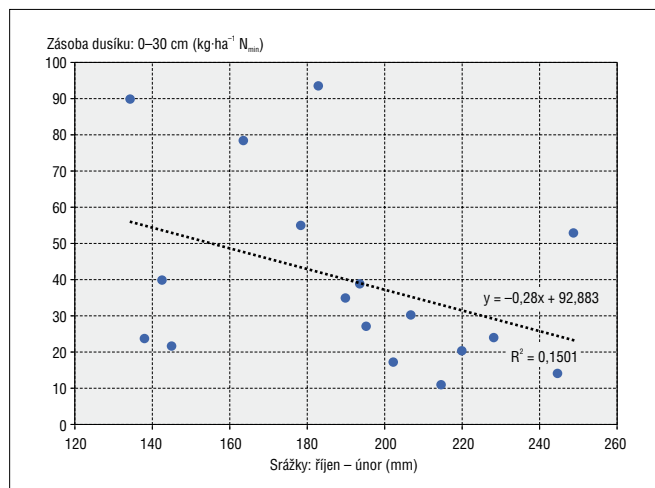
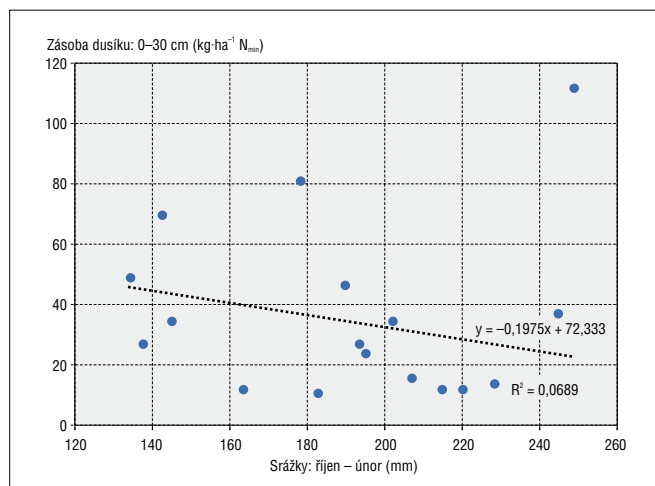
zkušeností praxe tato doporučení příliš nerespektuje, odhadujeme, že reálné dávky jsou kolem 100 kg·ha<sup>-1</sup> N. Agronomům zemědělských podniků se ovšem nelze divit. Jednak hnojí „na jistotu“ a jednak znají příklady hnojení ze zemí s vyššími výnosy, z Německa či Francie, kde se dávkami kolem 100 kg·ha<sup>-1</sup> N reálně hnojí (5). Navíc mnoho zemědělských poradců takové dávky soustavně doporučuje. Obecně se tedy nebere v úvahu naše specifikum – velmi vysoká, nakumulovaná zásoba dusíku.

Vzhledem k tomu, že naše doporučení bylo potvrzeno velkým počtem pokusů, se domníváme, že při hnojení naší cukrové řepy dusíkem dochází často k přehnojování. Znamená to neúčelné zvyšování nákladů na pěstování, může to vést ke snížení jakosti řepy a posléze ke kontaminaci spodních vod nitráty. Kontaminace nitráty však podle našeho názoru nehraje v posledních letech významnou roli, je to spíše riziko spojené s příp. vysokými zimními srážkami. Ve světle výsledků tohoto monitoringu

Tab. III. Zásoby dusíku na polích s předpokladem zvýšené mineralizace dusíku – organické hnojení, (před)předplodina

Rok	Počet polí		Zásoba dusíku (kg·ha <sup>-1</sup> )			
			vrstva 0–60 cm		vrstva 0–90 cm	
	s korekcí*	bez korekce	s korekcí*	bez korekce	s korekcí*	bez korekce
2010	30	10	65	77	113	122
2011	24	17	69	73	104	107
2012	34	8	69	68	106	100
2013	33	9	56	43	93	78
2014	30	9	120	80	173	117
2015	21	8	112	124	168	193
2016	26	13	57	48	99	80
2017	23	12	70	76	120	124
2018	21	18	105	87	156	138
2019	32	10	107	97	210	157
Průměr	27,4	11,4	83	77	134	122

\* Pole s předpokladem zvýšené mineralizace dusíku – organické hnojení, (před)předplodina.

Obr. 6. Zimní srážky a zásoba  $N_{min}$  v horizontu 0–30 cm, LibliceObr. 7. Zimní srážky a zásoba  $N_{min}$  v horizontu 0–30 cm, Sloveč

pokládáme pravděpodobné velké množství zbytkového dusíku po sklizni předplodin řepy za závažný problém systému výživy a hnojení rostlin v Česku. Předplodiny cukrovky, především pšenice, nevyužívají dostatečně dusík dodaný hnojením. Může jít buď o příliš vysoké dávky, nebo o pozdní hnojení.

## Závěr

Zásoba dusíku v půdě v předjaří je důležitým vodítkem pro rozhodování o dávce dusíku pro řepu v průmyslových hnojivech. Monitorování této zásoby v průběhu 30 let ukázalo velkou ročníkovou proměnlivost, jistou tendenci k poklesu této zásoby až do zimy 2012/2013 a opětovný rychlý nárůst v posledních letech s nízkými zimními srážkami. Za hlavní příčiny vysokých zásob dusíku na řepných polích pokládáme nízké zimní srážky a velké množství zbytkového dusíku po sklizni předplodin. Při nízkých zimních srážkách se zbytkový, rostlinami nevyužitý dusík v půdě pravděpodobně kumuluje. Pěstitelé nezohledňují zásobu dusíku při hnojení dostatečně a hnojí příliš vysokými dávkami. To je neekonomické a zbytečně zatěžující životní prostředí. Považujeme za důležité prověřit způsob hnojení předplodin cukrovky s cílem snížit množství zbytkového dusíku po sklizni.

## Souhrn

Od zimy 1986/1987 s krátkými přestávkami v devadesátých letech měříme na souboru cca 40 polí pro cukrovou řepu v předjaří zásobu minerálního dusíku v půdních vrstvách 0–30, 30–60 a 60–90 cm. O těchto měřeních vydáváme zprávu, která by měla sloužit pěstitelům k představě o regionální zásobě dusíku a k úvaze o potřebě hnojení. Zásoby dusíku pomalu klesaly až do zimy 2012/2013, v posledních letech však opět narostly na hodnoty blízké se 200 kg·ha<sup>-1</sup> N. Zásoby dusíku vykazují významné regionální rozdíly. Předjaří zásobu prokazatelně ovlivňují dešťové srážky v období říjen–únor, nižší zásoby jsou při srážkách vyšších než 200 mm. Diskutuje se příliš vysoké hnojení cukrové řepy dusíkem, nezohledňující dostatečně zásobu v půdě a příčiny vysoké zásoby. Za důležitou příčinu se označuje zbytkový, nevyužitý dusík v půdě po sklizni předplodin a jeho postupná kumulace.

**Klíčová slova:** zásoba N v půdě, půdní vrstvy, monitorování N, hnojení.

## Literatura

- WEHRMANN, J.; SCHARPF, H. C.: Der Mineralstickstoffgehalt des Bodens als Maßstab für den Stickstoffdüngerbedarf. *Plant and Soil*, 52, 1979 (1), s. 109–126.
- CHOCHOLA, J.; RADEK, J.: Možnosti prognózy potřebné dávky dusíku k cukrovce na základě půdních rozborů. *Rostl. výr.*, 28, 1982 (1), s. 21–33.
- KLÍR, J.; KUNZOVÁ, E.; ČERMÁK, P.: *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení*. Praha: VÚRV, 2008, 50 s., ISBN 978-80-87011-61-4.
- FECHNER, H.: *N<sub>min</sub> – Richtwerte für Winterungen 2017*. [online] <http://landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/basisinfos/nmin-winterungen.htm>.
- DUVAL, R.; MACHET, J.-M.: *Field N recommendation: validation of a new software, Azofert*. 71<sup>st</sup> IIRB Congress, 2008, Brussels.
- Restnitrat im Boden*. [online] <http://www.umwelt.sachsen.de/umwlt/4708.asp>.
- CHOCHOLA, J.: Vliv půdní zásoby dusíku na potřebu hnojení cukrové řepy. *Listy cukrov. řepař.*, 128, 2012 (3), s. 90–95.

## Chochola J., Pavlů K.: Thirty Years of Monitoring Nitrogen Reserves in Beet Fields

Since winter 1986/1987 with short breaks in the 1990s, the reserves of mineral nitrogen in about 40 sugar beet fields are measured; the measurements take place in the early spring in soil layers 0–30, 30–60, and 60–90 cm. A report on these measurements is issued with the intention to enable the growers to get an idea about the regional nitrogen reserves and fertilization needs. Nitrogen reserves declined slowly until winter 2012/2013, but in recent years they have risen again to levels approaching 200 kg·ha<sup>-1</sup> N. Nitrogen reserves show significant regional differences. Pre-spring reserves are demonstrably affected by rainfall in the period October–February, lower reserves occur at rainfall higher than 200 mm. High nitrogen fertilization of sugar beet is the subject of discussion, as it does not take into account the sufficient reserve in soil and the causes of high reserve. Residual, unused nitrogen remaining in soil after the harvest of pre-crop and its gradual accumulation is seen as an important cause.

**Key words:** soil nitrogen reserve, soil layers, N monitoring, fertilization.

## Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., Řeapařský institut, spol. s r. o. Semčice 69, 294 46 Semčice, Česká republika, e-mail: chochola@semcice.cz