

Čj.: UKZUZ 001633/2021

Česká republika - Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
organizační složka státu, se sídlem v Brně
Sekce zemědělských vstupů

Oddělení výživy rostlin



Vliv hnojení hnojem a minerálního hnojení dusíkem na výnos

Zpráva o výsledcích dlouhodobé polní zkoušky

Zpracoval: Ing. Jaroslav Hynšt, Ph.D.
Markéta Vodáková

Schválil: Ing. Michaela Smatanová, Ph.D.
vedoucí Oddělení výživy rostlin

Předkládá: Ing. Miroslav Florián, Ph.D.
ředitel Sekce zemědělských vstupů

Brno, leden 2021

1. Úvod

Název zkoušky: Hnůj jako zdroj dusíku z pohledu výsledků dlouhodobého pokusu

Cíle a hypotézy zkoušky: Organické hnojení je pokládáno za základní předpoklad úrodnosti půdy. Je nejen zdrojem živin, ale příznivě ovlivňuje fyzikálně-chemické, fyzikální a biologické vlastnosti půdy (Chaoui, 2003; Paterson 2011). Kvalitní organická hnojiva, což je především hnůj a komposty, obsahují všechny potřebné živiny a jejich aplikace tak eliminuje riziko deficitu jednotlivých prvků. Živiny dodané do půdy v organické formě jsou zpřístupňovány v souladu s potřebami rostlin, což snižuje nároky na přesné stanovení potřeby hnojení. I když bezprostřední využití dusíku z organického hnojiva je menší, lze předpokládat, že v průběhu dlouhodobého pokusu bude většina organické hmoty rozložena a minerální dusík odčerpán plodinou. Živiny v minerální formě jsou bezprostředně dostupné rostlinám, ale jsou jim také přisuzovány negativní dopady na úrodnost půdy, především při dlouhodobé absenci organického hnojení. Vzhledem k uvedeným výhodám by proto mělo být při organickém hnojení dosahováno vyšších výnosů než při pouze minerálním hnojení. Přesto je uváděn poměrně malý vliv organického hnojení na výnos (Körschens a kol, 2013; Hijbeek, 2017; Hijbeek, 2018). Körschens např. uvádí zvýšení výnosu při organickém hnojení o 3 – 9 %. K ověření vlivu organického hnojení na výnos byly použity výsledky dlouhodobého polního pokusu „Ověření účinnosti stupňovaných dávek dusíku při konstantních hladinách fosforu a draslíku“. Byla ověřována hypotéza, že minerální hnojení zvyšuje výnos až do určité hranice. Další zvyšování je možné pouze organickým hnojivem. Organické hnojení dusíkem proto umožňuje dosažení vyššího výnosu než čistě minerální hnojení.

2. Materiál a metody

2.1 Charakteristika zkušebních míst

Zkouška byla založena v roce 1996 na plochách výživářských bází zkušebních stanic ÚKZÚZ.

Přehled základních charakteristik jednotlivých stanovišť uvádí tab. 1.

Tab. 1 Půdní a klimatická charakteristika jednotlivých pokusných stanic

zkušební stanice	zkratka	výrobní oblast	nadmořská výška (m)	Průměrné srážky (mm)	Průměrná teplota (°C)	půdní typ	půdní druh
Horažďovice	HOR	BVO	472	585	7,8	KA	HP
Hradec n. S.	HRA	BVO	460	599	7,5	HN	H
Chrastava	CHR	BVO	345	738	8,0	HN	H
Jaroměřice	JAR	BVO	425	481	8,0	HN	JH
Lednice	LED	KVO	173	461	9,6	CE	H
Lípa	LIP	BVO	505	594	7,5	KA	PH
P. Jakartice	PJA	ŘVO	290	548	8,3	LU	H
Staňkov	STV	BVO	370	537	8,1	HN	H
Věrovany	VER	ŘVO	207	502	8,7	CE	H
Vysoká	VYS	BVO	595	611	7,1	KA	H
Žatec	ZAT	ŘVO	285	451	8,3	CE	HJ

BVO – bramborářská výrobní oblast

ŘVO – řepařská výrobní oblast

2.2 Plodiny a osevní sled

Osevní sled je osmihonný, použité plodiny jsou uvedeny v tab. 2

Tab. 2 Plodiny v osevním sledu

Rok	Plodina	
	BVO	ŘVO
1	Řepka ozimá	Řepka ozimá
2	Pšenice ozimá	Pšenice ozimá
3	Brambory	Cukrovka
4	Ječmen jarní	Ječmen jarní
5	Hrách	Hrách
6	Pšenice ozimá	Pšenice ozimá
7	Brambory	Cukrovka,
8	Ječmen jarní	Ječmen jarní

2.3 Varianty hnojení a aplikace hnojiv

V pokusu je zařazeno 9 variant hnojení, každá ve 4 opakováních. Schéma hnojení jednotlivých variant je uvedeno v tab. 3. Pro účely vyhodnocení byla vynechána nehnojená kontrola a jako kontrola byla použita varianta hnojená PK.

Tab.3 Varianty hnojení

varianty	minerální hnojení			úroveň minerálního hnojení	organické hnojení
	N	P	K		
1	0	0	0	-	0
2	0	26	66	N0	0
3	40	26	66	N1	0
4	79	26	66	N2	0
5	118	26	66	N3	0
6	0	26	66	N0	chlévký hnůj
7	40	26	66	N1	chlévký hnůj
8	79	26	66	N2	chlévký hnůj
9	118	26	66	N3	chlévký hnůj

Fosforečná a draselná hnojiva byla aplikována v daném roce vždy před založením porostu. Fosforečná hnojiva byla dodána v granulovaném superfosfátu. Jako draselné hnojivo byla použita draselná sůl. Dusíkatá hnojiva jsou aplikována u jarních plodin před založením porostu. U ozimých plodin je prováděno regenerační hnojení brzo na jaře a produkční během vegetace. Hnůj je aplikován dvakrát během osevního sledu, k bramborám v BVO a k cukrovce v ŘVO. Vápnění je prováděno jedenkrát během osevního sledu, vždy na podzim po jarním ječmenu podle hodnoty pH a zrnitosti. Rozdělení dávek dusíku k jednotlivým plodinám je uvedeno v tab. 4

Tab. 4 Dávky dusíku u jednotlivých variant hnojení

rok	plodina	živina	varianty hnojení								
		hnojivo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	řepka ozimá	N regenerační	-	-	30	60	90	-	30	60	90
		N produkční	-	-	30	60	90	-	30	60	90
2	pšenice ozimá	N regenerační	-	-	25	50	75	-	25	50	75
		N produkční	-	-	25	50	75	-	25	50	75
3	cukrovka	N základní	-	-	40	80	120	-	40	80	120
4	ječmen	N základní	-	-	30	60	90	-	30	60	90
5	hrách	N základní	-	-	20	30	40	-	20	30	40
6	Pšenice ozimá	N regenerační	-	-	25	50	75	-	25	50	75
		N produkční	-	-	25	50	75	-	25	50	75
7	cukrovka	N základní	-	-	40	80	120	-	40	80	120
8	ječmen	N základní	-	-	30	60	90	-	30	60	90

2.4 Sledované parametry

Byl sledován výnos hlavního a vedlejšího produktu. Za účelem zjištění vlivu hnojení na příjem živin rostlinami se každoročně po sklizni odebírají vzorky rostlin (hlavní i vedlejší produkt) na stanovení sušiny a základních živin (Niedobová a kol., 2014). Z výnosu sklizených produktů a obsahu živin v jednotlivých produktech byl stanoven odběr živin výnosem. Z rozdílu mezi odběrem dusíku varianty hnojené a nehnojené hnojem bylo pro každou úroveň výnosu vypočítáno využití dusíku z hnoje.

2.5 Statistické vyhodnocení výsledků

Rozdíly mezi jednotlivými variantami pokusu byly testovány s využitím dvoufaktorové analýzy variance bez interakcí. Jako faktory byly zadány varianta a rok, vliv roku nebyl dále hodnocen. K vyhodnocení rozdílů mezi variantami bylo použito následné mnohonásobné porovnání pomocí Tukeyho testu. Ke statistickému zpracování dat byl použit program Statistica 13.

3. Výsledky

3.1 Vliv hnojení minerálního a organického hnojení na výnos pšenice

Na stanicích Pusté Jakartice, Věrovany a Žatec nemělo hnojení vliv na výnos (tab. 5). Na většině ostatních stanic byl výnos zvyšován rostoucí dávkou minerálního dusíku.

Zvýšení dávky N nad N1 však zvýšilo výnos průkazně pouze na stanicích Chrastava a Svitavy. Pozitivní vliv hnoje na výnos byl pozorován na většině stanic, ale průkazný byl pouze na stanici Svitavy bez minerálního hnojení. Na stanicích Lednice a Pusté Jakartice byl výnos oproti kontrole průkazně zvýšen pouze při organickém a minerálním hnojení na úrovni N1 (Lednice) a N2 (Pusté Jakartice). Obecně bylo maxima výnosu dosahováno při poměrně nízkých dávkách dusíku. Příčinou by mohl být vliv předplodiny, kterou je intenzivně hnojená řepka nebo hrách fixující dusík. Posklizňové zbytky obou předplodin mohly zásobovat pšenici významným množstvím dusíku, což mohlo omezit vliv hnoje na výnos.

Tab. 5 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos pšenice ($t\ ha^{-1}$) v závislosti na organickém hnojení

Stanice	Dávka organického dusíku	Úroveň minerálního hnojení			
		N0	N1	N2	N3
HOR	0	4,4a	6,2b	7,2bc	7,1bc
	hnůj	5,1a	7,0bc	7,5c	7,2bc
CHR	0	3,1a	5,0bc	6,5cd	7,0d
	hnůj	3,4ab	5,5c	6,8c	6,8cd
JAR	0	6,2a	7,8ab	8,7b	8,9b
	hnůj	6,5a	7,9ab	8,7b	8,8b
LED	0	6,0a	6,9ab	7,1ab	6,9ab
	hnůj	6,4ab	7,3b	7,2ab	6,8ab
LIP	0	3,9a	6,4b	7,2b	7,2b
	hnůj	4,8a	6,6b	7,4b	7,3b
PJA	0	5,3a	6,8ab	6,9ab	6,8ab
	hnůj	5,9ab	7,1ab	7,3b	7,0ab
STV	0	4,0a	5,6ab	6,5b	6,7b
	hnůj	4,1a	5,8ab	6,7b	6,5b
HRA	0	3,7a	6,0bc	7,7d	8,6d
	hnůj	4,9b	6,8c	8,2d	8,8d
VER	0	7,0a	7,2a	7,3a	7,0a
	hnůj	7,0a	7,0a	6,9a	6,4a
VYS	0	3,7a	5,5b	6,4b	6,3b
	hnůj	4,1a	5,7b	6,5b	6,2b
ZAT	0	5,1a	6,6a	6,6a	6,5a
	hnůj	5,6a	6,9a	6,8a	6,6a

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

3.2 Vliv hnojení minerálního a organického hnojení na výnos ječmene

Výnos ječmene nebyl ovlivněn hnojením na stanici Lednice. Na stanicích Horažďovice, Chrástava, Lípa, Svitavy a Vysoká byl výnos zvyšován rostoucí dávkou dusíku do úrovně N2, nejvyšší dávka výnos dále zvyšovala jen neprůkazně.

Vliv hnoje byl průkazný v minerálně nehnojených variantách na stanicích Horažďovice, Lípa a Svitavy. Při vyšších úrovních minerálního hnojení byl vliv hnoje neprůkazný.

Hnojení hnojem však na řadě stanic snižovalo dávku minerálního N, která byla potřebná pro dosažení maximálního výnosu. Na stanici Horažďovice byl výnos varianty bez hnoje průkazně zvyšován rostoucí dávkou dusíku do N2, s hnojem do N1. Na stanicích Jaroměřice, Věrovany a Zatec byl výnos neprůkazně zvýšen hnojem, ale další zvyšování dávky dusíku zvýšilo výnos jen proti nehnojené kontrole. Na stanicích Lípa a Svitavy bylo při hnojení hnojem dosaženo srovnatelného výnosu při dávce N2 jako při nejvyšší úrovni hnojení bez hnoje.

Tab. 6 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos ječmene ($t\ ha^{-1}$) v závislosti na organickém hnojení

Stanice	Dávka organického dusíku	Úroveň minerálního hnojení			
		N0	N1	N2	N3
HOR	0	3,2a	4,4b	5,1b	5,7b
	hnůj	5,0b	5,4bc	6,0c	6,2c
CHR	0	3,1a	3,8ab	4,6bc	5,1c
	hnůj	3,9a	4,7ab	5,4bc	5,8c
JAR	0	6,0a	6,9b	7,1b	7,1b
	hnůj	6,6ab	7,0b	7,2b	7,0b
LED	0	4,5a	5,0a	5,1a	5,0a
	hnůj	4,9a	5,2a	5,1a	5,0a
LIP	0	3,2a	4,8b	5,5bc	6,1cd
	hnůj	4,2b	5,0bc	5,7cd	6,4d
PJA	0	4,2a	5,4abc	5,9bc	6,3bc
	hnůj	5,1ab	5,9bc	6,2bc	6,3c
STV	0	3,5a	4,2abc	4,8c	4,8c
	hnůj	3,9ab	4,5bc	4,9c	5,0c
HRA	0	3,7a	6,0b	7,7b	8,6c
	hnůj	4,9b	6,8c	8,2cd	8,8d
VER	0	6,4a	7,0ab	7,2b	7,3b
	hnůj	7,0ab	7,2b	7,2b	7,3b
VYS	0	2,8a	3,5abc	4,2cd	4,5d
	hnůj	3,1ab	3,8bc	4,3cd	4,6d
ZAT	0	5,3a	6,4b	6,9b	6,8b
	hnůj	6,0ab	6,5b	6,8b	6,7b

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

3.3 Vliv minerálního a organického hnojení na výnos cukrovky

Na stanicích Lednice, Věrovany a Žatec nemělo minerální ani organické hnojení vliv na výnos (tab. 7). Na stanici Pusté Jakartice byl výnos průkazně zvyšován aplikací hnoje oproti nehnojené kontrole a ve hnojem hnojených variantách bylo další zvyšování neprůkazné.

Tab. 7 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos cukrovky ($t\ ha^{-1}$) v závislosti na organickém hnojení

Stanice	Dávka organického dusíku	Úroveň minerálního hnojení			
		N0	N1	N2	N3
LED	0	67,9a	75,0a	75,3a	81,5a
	hnůj	78,5a	76,8a	82,5a	86,3a
PJA	0	51,6a	57,1ab	60,3ab	59,0ab
	hnůj	62,0b	64,2b	64,1b	64,9b
VER	0	63,5a	64,1a	66,7a	64,8a
	hnůj	62,5a	63,2a	61,8a	65,6a
ZAT	0	56,0a	62,4a	64,5a	65,6a
	hnůj	62,1a	66,4a	65,1a	67,4a

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

3.4 Vliv minerálního a organického hnojení na výnos brambor

Na stanici Horažďovice byl výnos bez minerálního hnojení a při hnojení na úrovni N1 průkazně zvyšován hnojem (tab. 8). Zvyšování dávky dusíku v hnojem hnojených variantách výnos dále nezvýšilo. Na stanicích Jaroměřice, Lípa a Staňkov byl výnos bez minerálního hnojení průkazně zvyšován hnojem. Další zvyšování dávky dusíku výnos hnojem hnojených variant dále nezvýšilo.

Na stanici Svitavy zvyšování dávky minerálního dusíku do úrovně hnojení N1 zvyšovalo výnos, další zvyšování bylo bez vlivu. Hnůj průkazně zvyšoval výnos při všech úrovních minerálního hnojení. Na stanicích Chrastava a Vysoká zvyšovalo výnos pouze minerální hnojení, hnojení hnojem nemělo vliv. Na stanici Chrastava zvyšování dávky dusíku nad N2 a na stanici Vysoká nad N1 výnos dále nezvyšovalo.

I když hnojení hnojem na většině stanic průkazně nezvyšovalo výnos, aplikace hnoje snižovala úroveň minerálního hnojení, při které bylo dosaženo maximálního výnosu o 1 – 2 úrovně (z N3 na N2 – N1).

Tab. 8 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na výnos brambor ($t\ ha^{-1}$) v závislosti na organickém hnojení

stanice	Dávka organického dusíku	Úroveň minerálního hnojení			
		N0	N1	N2	N3
HOR	0	22a	32a	37abc	39abc
	hnůj	46bc	48bc	50bc	51c
CHR	0	22,2a	25,9ab	30,3bc	33,8c
	hnůj	29,3ab	32,7bc	35,7bc	38,6c
JAR	0	24,3a	27,8ab	30,7ab	31,1b
	hnůj	29,0ab	31,5b	34,3b	34,6b
LIP	0	23,1a	30,6ab	32,7abc	35,3bc
	hnůj	32,6abc	37,7bc	38,3bc	42,1c
STV	0	22,3a	26,3ab	27,4ab	28,9ab
	hnůj	27,2ab	30,2b	32,2b	34,1b
HRA	0	14,3a	20,7ab	25,3b	27,8b
	hnůj	26,9bc	32,1c	34,7d	38,3d
VYS	0	19,7a	24,5ab	28,0bc	30,2bc
	hnůj	26,5ab	29,8bc	29,9bc	33,8c

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

3.5 Vliv minerálního a organického hnojení na odběr dusíku výnosem

Odběr dusíku byl rostoucí dávkou zvyšován více, než výnos (tab. 9). Na stanicích Jaroměřice, Staňkov, Věrovany, Vysoká a Žatec byl odběr průkazně zvyšován rostoucí dávkou do úrovně hnojení N2, hnůj zvyšoval odběr neprůkazně. Vliv hnoje byl průkazný na stanicích Horažďovice, Lednice a Lípa při nižších úrovních hnojení. Na stanicích Lednice a Pusté Jakartice bylo nejvyšší úrovně odběru dusíku dosaženo při úrovni dusíkatého hnojení N3 bez organického hnojení a N2 při hnojení hnojem.

Na stanici Chrastava rostl výnos bez hnojení hnojem průkazně do úrovně hnojení N3, u hnojem hnojených variant do N2.

Na stanici Svitavy byl odběr dusíku průkazně zvyšován hnojem při všech úrovních minerálního hnojení.

Tab. 9 Vliv rostoucí dávky minerálního hnojiva na odběr dusíku výnosem (kg N ha⁻¹) v závislosti na organickém hnojení

	Dávka organického dusíku	Úroveň minerálního hnojení			
		N0	N1	N2	N3
Hor	0	75a	97ab	125bcd	139de
	hnůj	106abc	131cd	156de	167e
Chr	0	66,4a	85,8b	109,1c	129,6d
	hnůj	78,2a	98,8b	121,6c	136,2cd
Jar	0	104a	127b	152c	172c
	hnůj	113a	137b	164c	183c
Led	0	97,6a	119,9b	143,8c	159,5cd
	hnůj	121,4b	139,6bc	157,2cd	168,9d
Lip	0	66,0a	99,3b	124,1c	139,3c
	hnůj	91,5b	111,2b	135,9c	148,5c
PJ a	0	74,6a	97,6bc	115,8cd	129,6de
	hnůj	93,6bc	111,7cd	127,8de	139,0e
Stv	0	76,8a	98,3b	121,7c	137,5c
	hnůj	92,9a	113,0b	135,6c	149,4c
Svi	0	64a	85b	106c	128d
	hnůj	89b	109c	131d	154e
Ver	0	118,5a	133,7ab	143,3bc	159,8c
	hnůj	139,2abc	154,8b	155,4b	162,3bc
Vys	0	58,0a	76,6ab	97,1bc	111,6c
	hnůj	70,8ab	89,4bc	103,7c	117,1c
Zat	0	89,1a	118,0b	142,2bc	150,0cd
	hnůj	108,3ab	131,8bc	141,3cd	162,3d

Pozn: Odlišná písmena vyznačují statisticky průkazné rozdíly, $p < 0,05$.

3.6 Hnůj jako zdroj dusíku

Pro každou úroveň hnojení dusíkem byl stanoven přínos organického hnojení k celkovému odběru dusíku výnosem. Byl vypočítán jako rozdíl mezi odběrem dusíku minerálně hnojené varianty a odpovídající varianty hnojené stejnou dávkou minerálního dusíku a navíc hnojem (tab. 10). Největší využití dusíku z hnoje výnosem bylo zaznamenáno na stanicích HOR a HRA, kde byl také zaznamenán největší vliv hnoje na výnos. Na ostatních stanicích byl přínos hnoje menší a snižoval se s rostoucí úrovní minerálního hnojení.

Pokud množství dusíku dodané v aplikované dávce hnoje dosahuje 200 kg N ha⁻¹, odpovídalo by roční zvýšení odběru o 10 – 30 kg N ha⁻¹ využití dusíku z hnoje mezi 20 – 60 %.

Tab. 10 Přínos dusíku z hnoje k celkovému odběru dusíku (kg N ha^{-1}) při různé úrovni minerálního hnojení

Stanice	Dávka minerálního dusíku (kg N ha^{-1})			
	N0	N1	N2	N3
HOR	32,2	33,4	31,1	28,5
CHR	11,8	13,0	12,5	6,5
JAR	8,6	10,5	11,3	10,4
LED	23,7	19,7	13,3	9,3
LIP	25,5	12,0	11,8	9,2
PJA	19,0	14,1	12,0	9,5
STV	16,1	14,6	13,9	11,9
SVI	25,5	24,4	24,7	26,0
VER	20,6	21,1	12,1	2,5
VYS	12,7	12,8	6,5	5,5
ZAT	19,2	13,8	-0,9	12,3

3.7 Souhrn pozorovaných přínosů organického hnojení

Z výsledků vyplývá několik možných přínosů organického hnojení. Hnojení hnojem zvyšuje v různé míře výnosy na všech stanicích a u všech plodin. Výsledky jsou zhruba v souladu s nárůstem výnosu organicky hnojených a nehnojených variant při různé úrovni minerálního hnojení, které uvádějí Hijbeek a kol. 2017 a Hijbeek a kol. 2018. Zvýšení je v mnoha případech omezené nebo neprůkazné a do značné míry může být stejného efektu dosaženo zvýšením dávky minerálního hnojiva. V některých půdách však nelze vliv hnoje nahradit zvýšeným minerálním hnojením, především na stanicích Horažďovice a Svitavy. Za stěžejní efekt by se dalo považovat snížení spotřeby minerálního hnojiva k dosažení maximálního výnosu (tab. 11). To se projevuje především u ječmene a okopanin. V některých případech může samotné hnojení hnojem zajistit dostatek živin a další hnojení už nemá vliv. Podle hypotézy by mělo organické hnojení zvýšit výnos více, než by bylo možné jenom minerálním hnojením. Tento efekt však byl patrný pouze na stanici Svitavy. Krajní případy vlivu organického hnojení na výnos při různé intenzitě minerálního hnojení jsou uvedeny v obr. 1.

Vliv hnojení na výnos pšenice je menší, což může být vysvětlováno vlivem předplodiny – pšenice je pěstována po řepce a hrachu a obě tyto plodiny zanechávají v půdě velké množství posklizňových zbytků bohatých na živiny. Hnůj představuje důležitý, ne však jediný zdroj organické hmoty. Vstupy organické hmoty ve formě kořenů hrachu a řepky mohou v podmínkách pokusu zkreslovat vliv organického hnojení. Obě plodiny se vyznačují poměrně mohutným kořenovým systémem, který dokáže půdu zásobovat nemalým množstvím uhlíku. Mohou tak do jisté míry nahrazovat vliv jetelovin, které v osevním postupu pokusu nejsou zastoupeny. Vliv organického hnojení by naopak mohl být posílen zvýšením dávky organických hnojiv. V podmínkách pokusu by mohly být využity sláma řepky a hrachu, případně chrást cukrovky. Hnojení hnojem zvyšuje výnosy okopanin více, než minerální hnojení. Je možné, že by organické hnojení zvýšilo výnosy i dalších plodin.

Podzemní zdroje organické hmoty mohou být do jisté míry podpořeny i minerálním hnojením, což může relativní přínos hnoje dále snižovat. I když vysokým dávkám dusíku je přisuzován negativní vliv na růst kořenů, následné podzemní vstupy C a biologickou aktivitu (Mulvaney a kol., 2009), hnojení dusíkem může do určité hranice aplikovaných dávek působit pozitivně (Shen a kol., 2013). Dokud rostoucí dávka dusíku podporuje růst, urychluje to do jisté míry i

růst podzemních částí rostliny. Příliš vysoké dávky naopak zvyšují růst nadzemní části na úkor kořene, což vstupy organické hmoty do půdy touto cestou omezuje.

Skutečný vliv minerálního hnojení na organické vstupy do půdy však nelze v podmínkách pokusu odhadnout.

Reálný přínos hnoje k odběru N je v rozmezí 10 – 30 kg N ha⁻¹, ale vliv na výnos může být u okopanin a ječmene i vyšší – stejného výnosu je s hnojem dosaženo při dávce minerálního N nižší o 30 – 40 kg ha⁻¹. Při vyšších dávkách N je přínos hnoje nižší, ale je to do jisté míry i proto, že je nižší také celkový vliv dusíkatého hnojení. V některých půdách stačí jen malá dávka dusíku na maximální výnos. V těchto půdách je důležitým zdrojem dusíku rozklad organické hmoty a úbytek této organické hmoty by měl být nahrazován přednostně organickým hnojením, které pomáhá udržet zásoby dusíku v půdě a méně přispívá k přehnojení. Hnojem nehnojíme rostlinu, ale především půdu a na dosažení výnosu stačí nižší dávky minerálního dusíku. Organický zdroj dusíku navíc snižuje závislost výnosu na okamžitých vstupech, jejichž optimální dávky se jen velmi obtížně odhadují a plánují.

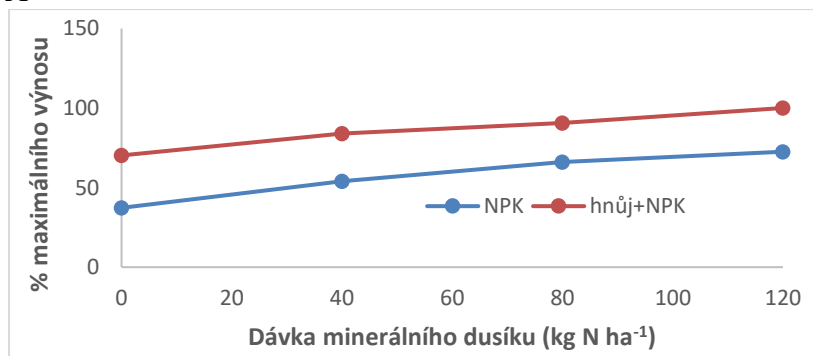
Dosažení nejvyššího výnosu je podmíněno vysokými dávkami živin s malým efektem a zvýšení dávky 2 - 3x zvýší výnos o 30 – 50 %.

Tab. 11 Přínosy organického hnojení na jednotlivých stanicích

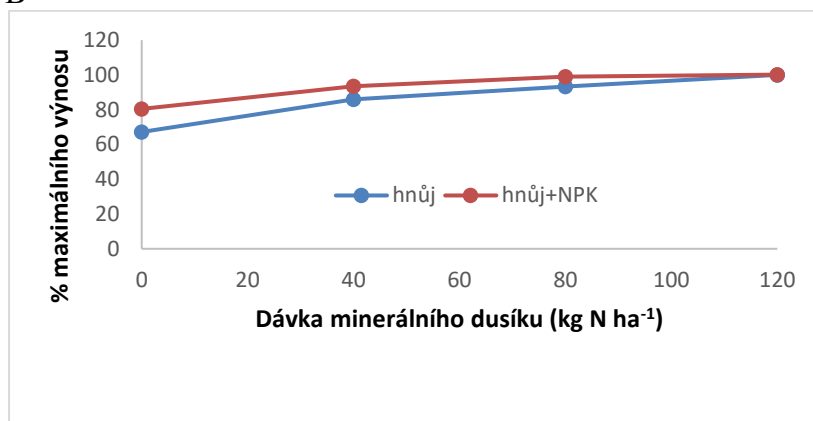
Přínos	Plodina	Stanice
Hnůj snižuje spotřebu minerálního N na dosažení maximálního výnosu	Ječmen	HOR, JAR, LIP, SVI, VER, ZAT
	Cukrovka	LED, PJA
	Brambory	HOR, CHR, JAR, STV, HRA
Ve hnojem hnojené půdě minerální hnojení výnos průkazně nezvyšuje	Ječmen	JAR, VER, ZAT
	Cukrovka	LED, PJA
	Brambory	HOR, JAR, LIP, STV
Výnos lze hnojem zvýšit více, než čistě minerálním hnojením	Brambory	HRA
	Ječmen	HRA
Organickým hnojením můžeme rostlině dodat více dusíku než minerálním	Odběr dusíku	HRA

Obr. 1 Možné přínosy organického hnojení: výnos je vždy vyšší s hnojem, než při čistě minerálním hnojení (A), hnůj snižuje dávku minerálního N potřebnou pro dosažení maximálního výnosu (B), ve hnojem hnojené půdě nemá minerální hnojení průkazný vliv na výnos (C)

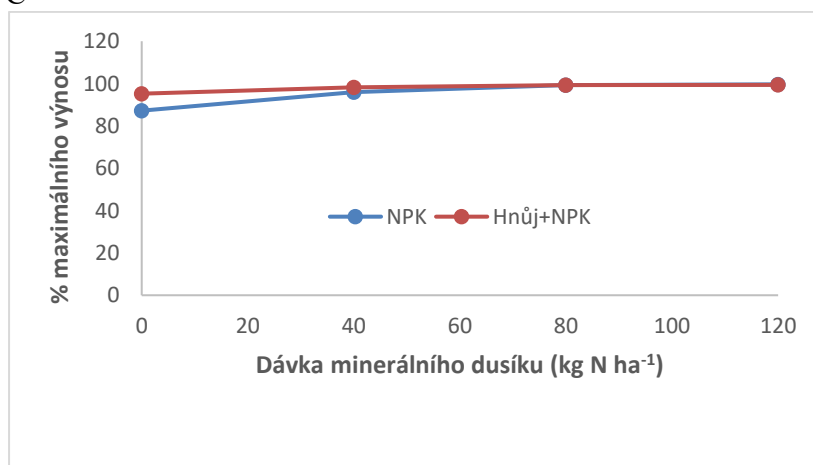
A



B



C



4. Závěry

Stěžejním zdrojem dusíku je půda, která poskytuje pěstovaným plodinám 60 – 120 kg N ha⁻¹ i bez hnojení, zatímco další vstupy do půdy mají omezený vliv. Výsledky naznačují, že zdroje dusíku v organické a minerální formě jsou v úrodnějších půdách přítomné v relativně velkém množství. Přesto organické i minerální hnojení dále zvyšuje výnos a především odběr dusíku výnosem. V úrodných půdách hnojení zvyšuje výnos do úrovně hnojení N1, další zvyšování dávky výnos zpravidla dále zvyšuje, ale nárůst je relativně malý. Větší vliv má hnojení v půdách méně úrodných, ale i když je nárůst výnosu nad úroveň hnojení N1 průkazný, je většinou omezený.

Dosažení nejvyššího výnosu znamená hnojení vysokými dávkami živin s malým efektem a zvýšení dávky 2 - 3x zvýší výnos o 30 - 50%. Hnůj má největší vliv bez současného minerálního hnojení, s rostoucí dávkou minerálního N jeho přínos k výnosu zpravidla klesá. V některých půdách však je přínos hnoje patrný až do nejvyšších úrovní minerálního hnojení. Nejvíce se přínos organického hnojení projevuje u okopanin, přímo organicky hnojených, u nichž nelze často dosáhnout zvýšení výnosu bez hnojení hnojem. Vliv hnoje se projevuje také u ječmene, který v osevním postupu po okopaninách následuje. Vliv organického i minerálního hnojení na výnos pšenice je menší, což by mohlo být vysvětleno vlivem zlepšujících předplodin řepky a hrachu. Přínos hnoje je patrný i v neúrodnějších půdách. Je možné, že by vyšší dávka organického hnojiva jeho vliv na výnos dále zvýšila. I když vliv hnoje nelze vždy nahradit minerálním hnojením, specifický, na dávce živin nezávislý vliv hnoje na výnos není vždy průkazný. Hnůj spíše snižuje dávku minerálního N, která je potřebná k dosažení nejvyšší úrovně výnosu. Více než výnos je hnojením zvyšován odběr dusíku výnosem, což může do jisté míry přispívat ke zvyšování kvality produktů. Nadměrné zvyšování však může mít i efekt opačný.

Organické hnojení pomáhá udržovat zásoby půdního dusíku, které jsou stěžejním zdrojem dusíku i při jeho vysokých dávkách v minerální formě. Dosažení srovnatelného výnosu při nižší dávce hnojiva a nižším odběru dusíku by mohlo být dalším přínosem organického hnojení. A množství dusíku, které lze ušetřit organickým hnojením pro dosažení srovnatelného výnosu, by mohlo být měřítkem přínosu organického hnojení.

5. Použitá literatura

Chaoui, H. I., Zibilske, L. M., Ohno, T., 2003. Effects of earthworm casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biology and Biochemistry* 35, 295-302.

Hijbeek, R., van Ittersum, M. K., ten Berge, H. F. M., Gort, G., Spiegel, H., Whitmore, A. P., 2017. Do organic input matter – a meta-analysis of additional yield effects for arable crops in Europe. *Plant and Soil* 411, 293-303.

Hijbeek, R., ten Berge, H. F. M., Whitmore, A. P., Barkusky, D., Schröder, J. J., van Ittersum, M. K., 2018. Nitrogen fertilizer replacement values for organic amendments appear to increase with N application rates. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 110, 105-115.

Körschens, M., Albert, E., Armbruster, M., Barkusky, D., Baumecker, D., Behle-Schalk, L., Bischoff, R., Čergan, Z., Ellmer, F., Herbst, F., Hoffman, S., Hofman, B., Kismányoky, T., Kubat, J., Kunzova, E., Lopez-Fando, C., Merbach, I., Merbach, W., Pardor, M.T., Rogasik, J., Rühlmann, J., Spiegel, H., Schulz, E., Tajnsek, A., Toth, Z., Wegener, H., Zorn, W., 2013. Effect of mineral and organic fertilization on crop field, nitrogen uptake, carbon and nitrogen balances, as well as soil organic carbon content and dynamics: Results from 20 European long-

term field experiments of the twenty-first century. Archives of Agronomy and Soil Science 59, 1017-1040.

Mulvaney, R. L., Khan, S. A., Ellsworth, T. R., 2009. Synthetic nitrogen fertilizers deplete soil nitrogen: A global dilemma for sustainable cereal production. Journal of Environmental Quality 38, 2295-2314.

Niedobová, E., Rychlý, M., Staňková, K., Urbánková, E., Vilamová, V., Žalmanová, A., 2014. Jednotné pracovní postupy – analýza rostlinného materiálu. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 120 s.

Paterson, E., Neilson, R., Midwood, A. J., Osborne, S. M., Sim, A., Thornton, B., Millard, P., 2011. Altered food web structure and C-flux pathways associated with mineralisation of organic amendments to agricultural soil. Applied Soil Ecology 48, 107-116.

Shen, J., Li, C., Mi, G., Li, L., Yuan, L., Jiang, R., Zhang, F., 2013. Maximizing root rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture of China. Journal of Experimental Botany 64, 1181-1192