

Vliv hnojení minerálními hnojivy na výnosy plodin a odběr živin v Kostelci nad Orlicí

The effect of treatment with mineral fertilization on the crop yield and the nutrients intake in Kostelec nad Orlicí cadastre

Jiří TUMA

Pedagogická fakulta UHK, katedra biologie, 500 03 Hradec Králové
e-mail: jiri.tuma@uhk.cz, tel.: 495061178

V šestiletém maloparcelkovém pokusu založeném na pokusné stanici VÚRV Praha v Kostelci n/O, byl zkoumán vliv rozdílné koncepce hnojení N, P, K, Mg a Ca. Porovnán byl Systém hnojení podle kationtové výměnné kapacity (KVK) se systémem hnojení podle Komplexní metodiky výživy rostlin (KMVR), dále vliv jednostranné N výživy a absence hnojení na celkovou produkci osevního sledu, odběr a bilanci živin.

Úvod

Radikální reforma naší ekonomiky tlačí zemědělské podniky na cestu maximální šetrnosti a úspornosti. Vstupy do rostlinné výroby představované hnojivy jsou jednou z nejnákladnějších položek. Statistiky zaznamenávají výrazný pokles spotřeby hnojiv v porovnání s rokem 1989 i v porovnání s vyspělými státy EU. Převládá trend jednostranného hnojení dusíkem a navíc stále dochází k poklesu stavu hospodářských zvířat a tedy i produkce statkových hnojiv. Sníženým používáním hnojiv je silně narušena vyrovnaná bilance živin, což vede k tvorbě výnosu na úkor staré půdní síly. Tyto skutečnosti vzbuzují vážné obavy z poklesu některých úrodnostních charakteristik půd (VANĚK et al. 1999; TRÁVNÍK et RICHTER 1999).

Více než 90% sušiny rostlin tvoří organické látky. Velikost výnosu sušiny rostlin tedy primárně závisí na množství vyprodukovaných asimilátů v procesu fotosyntézy. Část těchto asimilátů je ale ihned spotřebována v procesu fotorespirace nebo mitochondriální respirace. Uvedené tři metabolické dráhy jsou ovlivněny mnoha vnitřními a vnějšími faktory. Jednu z významných úloh hraje i minerální výživa. Minerální živiny se podílí na výstavbě asimilačního aparátu, jsou součástí různých struktur, ale i podstatně usměrňují různé fyziologické procesy např. transport asimilátů, ovlivňují činnost mnoha enzymů atd. (MARSCHNER 1997; NATR 1998).

Závislost výnosu kulturních rostlin na množství minerálních živin v půdě, nebo na množství živin přijatých rostlinou, je studována prakticky od samého počátku rozvoje minerální výživy rostlin. Všeobecně jsou známy především práce Liebiga, Mitscherlicha, Lundegardha aj. U nás se zákonitostmi výživy rostlin zabýval především Duchoň, Kolařík a Baier. Výše výnosu za předpokladu, že není limitována jinými vnějšími a vnitřními neživinnými faktory, je přímo podmíněna množstvím přijatých živin a jejich využitím pro tvorbu výnosu. Využití živin pro tvorbu výnosu je funkcí poměru té živiny, která je v nejhlubším relativním minimu vůči sledované živině (BAIER et al. , 1988). Odběr živin je pak důležitým kritériem pro bilanci živin, která umožňuje kontrolu hospodaření ve vztahu k půdní úrodnosti.

Cílem práce byl výzkum vlivu rozdílné koncepce hnojení hlavními živinami (především kationty – K, Mg a Ca) na výnosy plodin, odběr a bilanci živin. Porovnán byl Systém hnojení na principu kationtové výměnné kapacity (KVK) se systémem hnojení podle Komplexní metodiky výživy rostlin (KMVR). Dalším cílem bylo studium dopadů jednostranné dusíkaté výživy a absence hnojení průmyslovými hnojivy na výše uvedené ukazatele.

Materiál a metoda

Výzkum byl realizován v šestiletém maloparcelkovém pokusu, který probíhal na výzkumné stanici VÚRV Praha v Kostelci nad Orlicí. Charakteristika stanoviště a výsledky agrochemického rozboru půdy před založením pokusu jsou uvedeny v předchozím příspěvku Tůma, J.: Dlouhodobé změny agrochemických vlastností půdy v Kostelci nad Orlicí.

Každý pokus měl 8 variant ve čtyřnásobném opakování (celkový počet parcellek 32). Velikost pokusných parcel byla 60 m² (5x12 m) a sklizňová plocha se pohybovala podle plodin mezi 15-20 m². Hodnocené varianty hnojení a průměrné hodnoty celkového přísunu čistých živin (č.ž.) v průmyslových hnojivech za 6 let jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Přehled variant a hodnoty celkového přísunu č.ž. (kg č.ž. . ha⁻¹).

Tab. 1: List of treatments and values of total intake of absolute nutrients(kg.a.n..ha⁻¹).

	N	P	K	Mg	Ca
Kontr.	0	0	0	0	0
N0KVK_v	0	97	785	842	340
N1KVK_v	255	91	771	808	334
N2KVK_v	510	100	686	792	521
N3KVK_v	900	80	728	881	653
N2	510	75	0	0	0
N2KVK_n	510	88	529	440	274
N2KMVR	510	188	789	129	4312

Bylo uplatněno každoroční hnojení u N, P, K a Mg. Vápnilo se v případě potřeby předzásobně na více let (zpravidla 3 roky). V pokusu byly použity čtyři úrovně hnojení dusíkem: N0 – bez hnojení dusíkem, N2 – optimální dávka pro danou plodinu, N1 – polovina optimální dávky a N3 – dvojnásobek optimální dávky dusíku. KVK označuje systém hnojení podle kationtové výměnné kapacity (MATULA 1985, 1989). U variant 2-5 byla použita vyšší intenzita hnojení (dále KVK_v) a u varianty 7 pak nižší intenzita hnojení (dále KVK_n). KMVR označuje systém hnojení podle Komplexních metodik výživy rostlin (NEÜBERG et al. 1985, 1990). Na pokusných parcelkách byly v jednotlivých letech následující plodiny: 1. rok – kukuřice*, 2. rok – ječmen jarní – 3. rok – pšenice ozimá, 4. rok – cukrovka*, 5. rok – ječmen jarní, 6. rok – oves + podsev vojtěšky (pozn. *– hnojeno hnojem).

Při sklizni byly vyhodnoceny výnosy hlavního produktu, popřípadě vedlejšího produktu a odebrány vzorky na rozbor rostlin z každé pokusné parcelky zvlášť. Výsledky rozborů a měření byly statisticky zpracovány pomocí programu Statgraphics. Byly použity následující testy – analýza rozptylu podle Scheffého, korelační analýza (n=32) a regresní analýza. Pro zobrazení vypočítaných výsledků byl použit program Excel. Chybové úsečky na grafech (chyba Y) znázorňují 95% statistickou významnost podle Scheffého.

Výsledky a diskuse

Celková produkce osevního sledu za 6 let v obilních jednotkách je znázorněna na obr. 1. Z obrázku je patrné, že byla ovlivněna hlavně úrovní dusíkaté výživy. U nehnojené kontroly a varianty bez dusíkatého hnojení (N0KVK_v) bylo zjištěno signifikantní snížení celkové produkce. Naproti tomu u varianty hnojené převážně pouze dusíkem (N2) se projevilo jen nevýznamné snížení výnosů v porovnání s variantami hnojenými ostatními živinami (např. N2KVK_v, N2KVK_n a N2KMVR). Nejvyšší intenzita hnojení dusíkem (N3KVK_v – dvojnásobná dávka) se ale již neprojevila ve významném nárůstu produkce oproti běžně používané dávce (N2KVK_v).

Zvýšení celkové produkce v porovnání s nehnojenou kontrolou se nejvíce projevilo u varianty N2KVK_v – 45% nárůst. Je to v souladu s publikovanými výsledky dlouhodobých pokusů např.: BALÍKA et ČERNÉHO (1996); KRÁLOVCE (1996); TRÁVNÍKA (1997) a VANĀKA et al. (1997).

Z hlediska velikosti produkce se ukázalo nejučinnější dusíkaté hnojení. Výživa rostlin dusíkem je ale značně komplikovaná a podílí se na ní kromě minerálního N ve větší či menší míře i organické sloučeniny dusíku v půdě, které v závislosti na průběhu meteorologických podmínek během vegetace mohou, a nebo nemusí mineralizovat a tak výrazně ovlivnit výnos i kvalitu produkce. Rovněž i tento mineralizovatelný dusík souvisí s půdní úrodností (KUBÁT et DONÁT 1989), proto na vysoce úrodných půdách bývá přímý účinek dusíkatého hnojení nižší.

Mezi systémy hnojení KVK_v, KVK_n a KMVR nebyl zjištěn významný rozdíl v celkové produkci osevního sledu. Účinek hnojení P, K, Mg a Ca na celkovou produkci se tedy ukázal jako neprůkazný, což je v souladu např. s výsledky víceletých pokusů POKORY a NEČASE (1992), BALÍKA a ČERNÉHO (1996), ČEPLA a VOKÁLA (1996). Hodnoty korelačních koeficientů (tab. 2) naznačují, že po dusíkatém hnojení bylo významné i hnojení fosforem a draslíkem. Vápnění a hnojení hořčíkem se projevilo pouze nepatrně. Mírné zvýšení produkce po vápnění uvádí i KRÁLOVEC (1996) a VANĚK et al. (1997). Nebyl pozorován významný nárůst produkce po hořečnatém hnojení jak uvádí FINCK (1991) a BAIER (1996).

Tab. 2: Korelační koeficienty mezi přísunem č.ž. a celkovou produkcí.

Tab. 2: Correlation coefficients between intake of a.n. and the total production.

N	P	K	Mg	Ca
0,7949	0,6142	0,4273	0,2884	0,3136

Regresní analýza (obr. 2) prokázala vysoce průkaznou závislost mezi celkovou produkcí a odběrem prakticky všech živin. Nejtěsnější vztah byl pozorován u dusíku a pak u draslíku. Vysoce průkaznou závislost mezi odběrem fosforu a výnosem jarní pšenice na šesti pokusech deklaruje např. i BAIER (1997).

Balance živin podle variant je uvedena v tab. 3. U dusíku byla zaznamenána poměrně vysoká záporná balance, dokonce i u varianty N3. Souviselo to hlavně s výrazně vyšším odběrem N u této varianty, především v důsledku vyššího obsahu dusíku v produkci.

U fosforu byla zjištěna záporná balance u variant hnojených podle systému KVK a kladná u var. N2KMVR. Stanoviště vykazalo vysokou intenzitu hnojení fosforem i nejvyšší hodnoty odběru P v souvislosti s produkcí.

Výsledky v bilanci draslíku jsou méně příznivé, protože toto stanoviště vykazalo nízký obsah draslíku v půdě a vysokou potřebu hnojení draslíkem. Přesto, že se tato

negativní bilance bezprostředně neprojevila na výnosech plodin (např. při porovnání var. N2 a N2KMVR), nemusí to ale platit i v dalších letech.

Bilance hořčíku byla kladná (s výjimkou variant kontrola a N2). U systému KVK přísun hořčíku několikanásobně převyšoval odběr. Tento systém hnojení je tedy vhodný pro dosycování půd hořčíkem. Odběr hořčíku ale vzrostl neprůkazně a výnosová odezva byla minimální. V tomto případě by byl potřebný dlouhodobější výzkum.

U vápníku při porovnání pouze hodnot přísunu a odběru vychází kladná bilance. Kdybychom ale připočítali další ztráty vápníku (vyplavením, acidický efekt průmyslových hnojiv a atmosférického spadu), které činí podle NEUBERG et al. (1990) celkem 250 kg Ca .ha⁻¹ za rok (včetně průměrného odběru), tj. za šest let 1500 kg Ca . ha⁻¹, vychází u systému KVK negativní bilance. RICHTER et al. (1996) uvádějí snížené hodnoty ztrát vápníku (v důsledku poklesu spotřeby průmyslových hnojiv a nižších hodnot mokrého spadu) na 154 kg Ca .ha⁻¹ za rok, tj. 924 kg za 6 let. I v tomto případě byla ale u systému KVK zjištěna záporná bilance. U systému KMVR pak vychází kladná bilance.

Závěr

U rozdílné koncepce hnojení P, K, Mg a Ca nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v celkové produkci osevního sledu. Produkce byla ovlivněna hlavně úrovní dusíkaté výživy. U nehnojené kontroly a varianty bez dusíkatého hnojení bylo zjištěno signifikantní snížení celkové produkce. Naproti tomu u varianty hnojené jednostranně N se projevilo pouze nevýznamné snížení výnosů. Regresní analýza prokázala vysoce průkaznou závislost mezi celkovou produkcí a odběrem prakticky všech živin. Nejtěsnější byla pozorována u dusíku a draslíku. Systém KVK vykázal zápornou bilanci u P, K i Ca a vysoce kladnou u Mg. Systém KMVR se vyznačoval vysokými dávkami hlavně u P. Dávky Mg byly v relaci s odběrem.

Výsledky pokusu dokládají, že při vyměřování dávek minerálních hnojiv je třeba postupovat velmi citlivě. Půdu zbytečně nepřehnojovat a ani nehnojit jednostranně některou živinou, např. dusíkem. Kalkulace odběrů živin prokázala, že při absenci hnojení a zejména při jednostranném N hnojení, dochází ke značnému odběru K, P, Mg i Ca. Pokud se výrazně změní i zásobenost a harmonický poměr mezi živinami v půdě, mohlo by dojít v dalších letech ke snížení půdní úrodnosti a tím i výnosů plodin.

Summary

In six-years plot trial the effect of various N, P, K, Mg, Ca fertilization on the total production of crops rotation and on the intake and balance of nutrients was observed. Significant differences in the total production at various P, K, Mg and Ca level fertilization were not determined. The production was mainly influenced by level of N nutrient. Significant decrease of the total production was found in the cases of control (without fertilization) and in the treatment without N fertilization. On the other hand small fall of crops was determined in treatments fertilized only by nitrogen. Regressive analysis showed highly significant dependence between the total production and the intake of all nutrients, especially N, K and P.

Literatura

- BAIER J., SMETÁNKOVÁ M., BAIEROVÁ V., 1988: Diagnostika výživy rostlin. *Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, Praha.*
- BAIER J., 1996: Výsledky pokusů s hořečnatým hnojením. In: Sborník – Racionální použití průmyslových hnojiv „Vápnění a hnojení hořčíkem“. ČZU Praha, 36-42.
- BAIER J., 1997: Vztah mezi výnosem a odběrem fosforu a draslíku u jarní pšenice. *Rostl. V ýr., 43 (10):501-506.*
- BALÍK J., ČERNÝ, J., 1996: Odběr živin kukuřici v dlouhodobých stacionárních pokusech. In: Sborník – Racionální použití průmyslových hnojiv „Vápnění a hnojení hořčíkem“. ČZU, Praha, 58-61.

- ČEPL J., VOKÁL, B., 1996: Vliv stupňovaných dávek draslíku a hořčíku na výnos hlíz, obsah sušiny a škrobu u brambor. In: Sborník 5 Racionální použití průmyslových hnojiv „Vápnění a hnojení hořčíkem“. ČZU, Praha, 62-63.
- FINCK, A., 1991: Düngung. *Ulmer – Stuttgart*.
- KRÁLOVEC J., 1996: Výsledky stacionárních pokusů s vápněním na orné půdě a na travních porostech. In: Sborník – Racionální použití průmyslových hnojiv „Vápnění a hnojení hořčíkem“. ČZU, Praha, 31-35.
- KUBÁT J., DONÁT J., 1989: Simulace obsahu minerálního dusíku v půdě matematickým modelem. In: Sborník „Nové metody vědeckého řízení výživy rostlin a hnojení“. VÚRV, Praha, 55-62.
- MARSCHNER H., 1997: Mineral Nutrition of Higher Plants. *Academic Press Inc., Second Edition (Second printing), London*.
- MATULA J., 1985: Optimalizace zásoby výměnných kationtů v půdě na principu využití kationtové výměnné kapacity půdy. *Sborník ČSVTS, Lišno, 31-36*.
- MATULA J., 1989: Systém metod optimalizace zásob živin v půdě s využitím kationtové výměnné kapacity půdy. In: *Sborník „Nové metody vědeckého řízení rostlin“, VÚRV Praha, 5-11*.
- NÁTR L., 1998: Rostliny, lidé a trvale udržitelný život člověka na zemi. *Karolinum, Praha*.
- NEUBERG J. et al. 1985: Komplexní metodika výživ rostlin. *ÚVTIZ, Praha*.
- NEUBERG J. et al. 1990: Komplexní metodika výživ rostlin. *ÚVTIZ, Praha*.
- POKORA J., NEČAS Z., 1992: Vliv závlahy a hnojení na výrobnost osevního postupu a agrochemické vlastnosti půdy. *Rostl. Výr., 38 (3-4):209-215*.
- RICHTER R., TRÁVNÍK K., MATULA J., 1996: Zásady vápnění a hořečnatého hnojení. In: Sborník – Racionální použití průmyslových hnojiv „Vápnění a hnojení hořčíkem“. ČZU, Praha, 48-53.
- TRÁVNÍK K., 1997: Vliv stupňované intenzity dusíkatého hnojení na výnosy plodin (dlouhodobé výživářské pokusy). In: Sborník „Racionální použití průmyslových hnojiv“. *Katedra agrochemie a výživy rostlin ČZU v Praze. 118-120*.
- TRÁVNÍK K., RICHTER R., 1999: Bilance živin a potřeba hnojení. In: *Sborník z konference „Racionální použití hnojiv“, ČZU Praha, 38-42*.
- VANĚK V., NAJMANOVÁ J., PETR J., NĚMEČEK R., 1997: Vliv hnojení a vápnění na pH půd a výnosy plodin. *Rostl. Výr., 43 (6): 269-274*.
- VANĚK V., PETR J., TRÁVNÍK K., 1999: Význam pravidelného hnojení pro obnovu půdní úrodnosti. In: *Sborník z konference „Racionální použití hnojiv“, ČZU Praha, 8-14*.

Poděkování

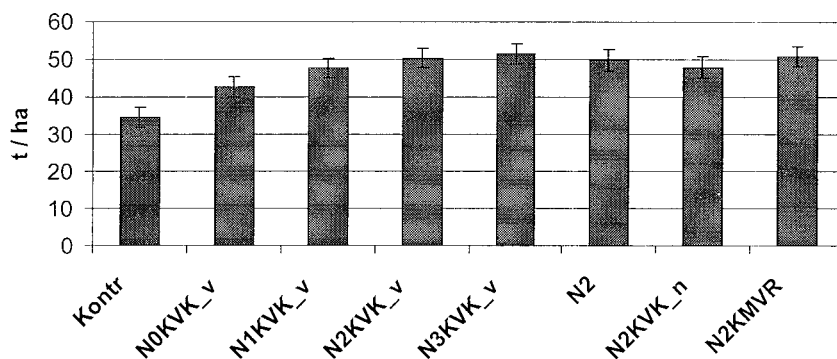
Za vytvoření vhodných podmínek a pomoc při realizaci pokusů děkuji panu Petru Krtičkovi, vedoucímu pokusné stanice v Kostelci nad Orlicí. Dále bych chtěl poděkovat Doc. Ing. Jiřímu Matulovi, CSc. a spolupracovníkům z oddělení agrochemie VÚRV Praha - Ruzyně za pomoc při rozbořech půd a realizaci pokusu. Výzkum probíhal za grantové podpory Ministerstva zemědělství České republiky: RE 093 950 186 „Výzkum stanovení ekologicky opodstatněných hladin živin v půdě“ – odpovědný řešitel Doc. Ing. Jiří Matula, CSc.

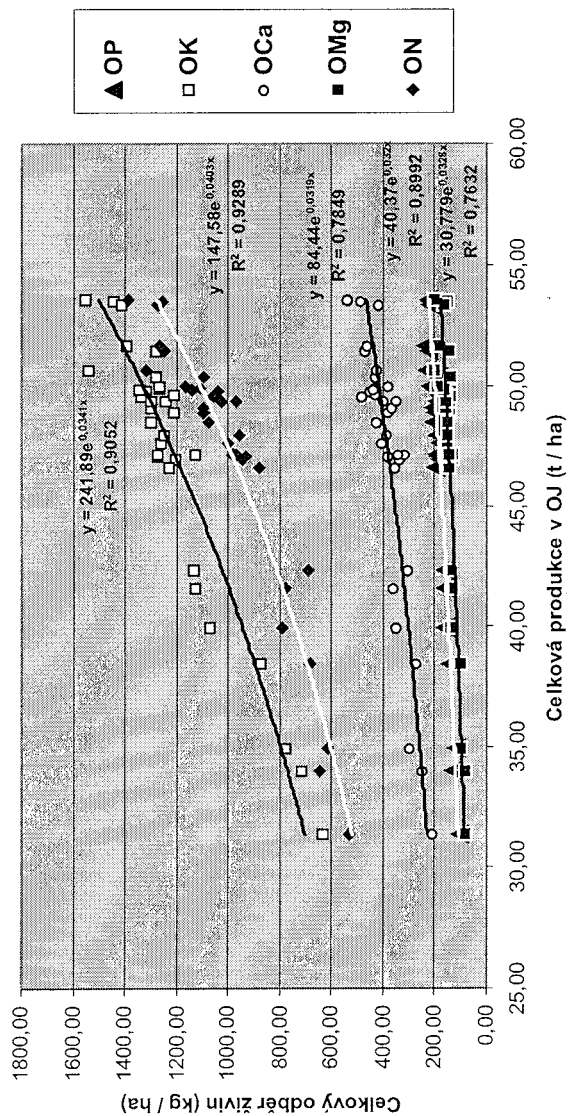
Došlo: 16.12.2002

Tab. 3: Balance živin.**Tab. 3:** Nutrient balance.

	N	ON	rozdíl	P	OP	rozdíl	K	OK	rozdíl	Mg	OMg	rozdíl	Ca	OCa	rozdíl
Kontr	0	618	-618	0	121	-121	0	752	-752	0	90	-90	0	258	-258
N0KVK_v	293	786	-493	164	167	-3	1102	1141	-39	891	138	753	566	343	223
N1KVK_v	548	985	-437	158	190	-32	1088	1275	-187	857	150	707	560	363	177
N2KVK_v	803	1133	-330	167	200	-33	1003	1339	-336	841	161	680	747	391	356
M3KVK_v	1193	1285	-92	147	225	-78	1045	1439	-394	930	197	733	879	452	427
N2	803	1107	-304	142	203	-61	317	1251	-934	49	147	-98	226	419	-193
N2KVK_n	803	997	-194	155	180	-25	846	1202	-356	489	144	345	500	372	128
N2KMVR	803	1114	-311	255	189	66	1106	1346	-240	178	142	36	4538	463	4075

N= přísun v kg č.ž. . ha⁻¹, ON = odběr kg č.ž. . ha⁻¹ atd.

**Obr. 1:** Celková produkce osevního sledu v obilních jednotkách.**Fig. 1:** Total production of crop rotation in cereal units.



Obr. 2: Závislost mezi celkovou produkcí a odběrem živin.
Fig. 2: Dependence between total production and nutrient intake.