

ODBOŘNÁ KNIHOVNA  
ministerstva zemědělství  
a výživy ČR  
PRAHA 1 - TĚCHOV č. 85

VĚDECKÝ ČASOPIS



# ROSTLINNÁ VÝROBA

VÝŽIVA ROSTLIN

6

ROČNÍK 35 (LXII)  
PRAHA  
ČERVEN 1989  
CENA 18 Kčs  
ROVYAM 35 (6)  
561—672  
CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: Prof. ing. Václav Fric, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltauer, CSc., ing. Jan Baier, DrSc., ing. Ivo Bareš, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Rudolf Findejs, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. ing. František Hron, DrSc., doc. ing. Jozef Húska, CSc., ing. Pavel Jamříška, CSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Jaroslav Krejčíř, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. RNDr. Jan Novák, CSc., prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, DrSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., prof. ing. Ján Švihra, DrSc., doc. ing. František Vlček, CSc., doc. ing. Josef Vondrys, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc., ing. Ludmila Zenišečeva, DrSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. Václav Fric, CSc.

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

## OBSAH — Výživa rostlin

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Baier J.: Úvodník . . . . .                                                                                                                     | 561 |
| Skala J., Křišťan F.: Draslík a hořčík v dlouhodobém pokuse na hnědé půdě . . . . .                                                             | 563 |
| Chochola J.: Vliv draslíku na výnos a jakost cukrovky . . . . .                                                                                 | 575 |
| Smetánková M., Haberle J.: Vztah mezi výživou a reakcí ječmene na nepříznivé podmínky zásobení vodou . . . . .                                  | 585 |
| Vopěnka L.: Upřesnění draselného hnojení podle charakteristik nevýmenného draslíku v půdě . . . . .                                             | 595 |
| Baier J., Baierová V.: Obsah hořčíku v nadzemní biomase obilnin . . . . .                                                                       | 603 |
| Míča V., Vokál V.: Vliv vápníku a draslíku na obsah a výnos škrobu u průmyslových brambor . . . . .                                             | 611 |
| Matula J.: Příjem makrokationtů a jejich interakce při různém zastoupení v živném roztoku . . . . .                                             | 619 |
| Rozsypal R., Baier J.: Vliv dlouhodobého diferencovaného hnojení na obsah draslíku v půdě . . . . .                                             | 629 |
| Valeš J., Strnad P.: Bilance přívodu a odběru živin v polním ekosystému na degradované černozemi . . . . .                                      | 639 |
| Pelikán M.: Odběr živin ve vztahu k jakosti ozimé pšenice . . . . .                                                                             | 647 |
| Vostal J., Vaněk V., Balík J., Husa J.: Vliv doby aplikace močoviny na výnos ozimé pšenice . . . . .                                            | 655 |
| Kašper J., Gáborčík N.: Tvorba biomasy kostravy trstovitéj ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) v závislosti od různé výživy dusíkem . . . . . | 665 |

## RECENZE

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zahradníček, J.: E. Bresler, D. W. Anderson, M. Scott, L. Metzger et al.: Advances in Soil Science, Vol. 7 . . . . . | 574 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## СОДЕРЖАНИЕ — Питание растений

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Скала Я., Кржиšťан Ф.: Калий и магний в многолетнем опыте на бурой почве . . . . .                                             | 572 |
| Хохол Я.: Влияние калия на урожай и качество сахарной свеклы . . . . .                                                         | 583 |
| Сметанкова М., Габерле Я.: Отношение между питанием калием и реакция ячменя на неблагоприятные условия водоснабжения . . . . . | 593 |
| Вопенка Л.: Уточнение калийного удобрения по характеристикам необменного калия в почве . . . . .                               | 601 |
| Байер Я., Байерова В.: Содержание магния в надземной биомассе зерновых хлебов . . . . .                                        | 610 |

Československé zemědělství se vyznačuje jednou z největších intenzit používání průmyslových hnojiv. V roce 1987 činila průměrná spotřeba těchto hnojiv v přepočtu na jeden hektar zemědělské půdy 86,6 kg dusíku, 29,5 kg fosforu a 62,6 kg draslíku.

Agroekologický přístup v rostlinné výrobě koriguje představy o jednoduchém dominantním vlivu hnojiv na výnosy plodin. Výzkumem bylo v posledních letech prokázáno, že půdní vlastnosti a stav půdního prostředí, povětrnost a časové rozložení intenzity působení ekologických a technických faktorů silně zasahují do příjmu živin. Pozitivní působení je zesilováno dobrým stavem půdní úrodnosti. Sumární výnosotvorný účinek hnojiv průmyslových i organických je tedy do značné míry závislý na tom, do jaké míry jimi v soustavě hnojení působíme i na zvyšování půdní úrodnosti (tzn. především zvyšování obsahu humusu a hladin přístupných živin v půdě a příznivé působení na půdní reakci) v návaznosti na soustavu hospodaření na půdě.

Novodobé vědecky zdůvodněné soustavy hnojení proto zdůrazňují nejen nezastupitelnou funkci organických hnojiv a vápnění, ale i význam průmyslových hnojiv pro vytváření výkonného půdního prostředí. Potvrzení základní teze výživy rostlin o harmonickém příjmu živin, rozpracované dr. J. Koláříkem, laureátem Státní ceny Klementa Gottwalda, v četných domácích, ale i zahraničních pokusech vedlo k tomu, že se diagnostika výživy rostlin stala oborem, který nejen umožňuje optimalizaci výživných podmínek a výživného stavu rostlin, ale i operativní korekci disharmonie poměru živin během vegetace.

To vše se nakonec odráží nejen v efektivnějším využití živin z hnojiv i prostředí, ale i v úspoře hnojiv, intenzifikaci biologických procesů v rostlinách i půdě, zlepšení kvality rostlinných produktů a ochrany životního prostředí.

I když v souvislosti s výše uvedenými směry je nejvíce pozornosti věnováno dusíkaté, popř. fosforečné výživě rostlin, nelze podceňovat úlohu i ostatních živin, mezi nimiž mají významné postavení jak draslík, tak i hořčík či vápník.

Vzhledem k tomu, že se v posledních letech zvýšila významně zásobá draslíku v půdě, zatímco u hořčíku i vápníku chyběly dostatečné zdroje, vznikají v důsledku nerovnováhy živin v půdním roztoku nežádoucí antagonistické vlivy mezi uvedenými kationty.

Většina prací uveřejněná v tomto monotematickém čísle vědeckého časopisu Rostlinná výroba se zabývá touto problematikou, i když ji pochopitelně nemůže vyčerpát. Není to způsobeno jenom omezeným rozsahem, ale i tím, že se ve výzkumu věnuje těmto otázkám zvýšená pozornost až v posledních letech a řada prací je zatím jen experimentálně rozpracovaná.

Obtížnost studia problematiky výživy rostlin spočívá nejen v náročnosti provádění polních i modelových pokusů, ale i v nutnosti rozsáhlých, převážně chemických analýz půdy, rostlin a konečných produktů. Moderní výzkum se neobejde bez náročných a nákladných aparatur a zařízení, např. klimaboxů. Také využití biometrických metod dostalo s rozvojem mikroelektroniky širší možnosti uplatnění, ale zvýšilo i nároky na užívání nových metodických postupů zpracování a využívání. Práce zveřejněné v tomto monotematickém čísle vědeckého časopisu Rostlinná výroba jsou toho dokladem.



Totéž platí o novějších metodách získávání rozsáhlého souboru údajů, například z monitorovací sítě výživy rostlin či retrospektivními analýzami dlouhodobých výživářských pokusů, popřípadě i informacemi z provozních ploch.

Vědecké řízení výživy rostlin, které je nezbytné pro dosahování vysokých a jakostních výnosů při racionálním využívání hnojiv, vyžaduje maximální uplatnění diagnostických metod, které umožňují důslednou kontrolu dynamiky živin nejen v půdě a v rostlinách, ale i v životním prostředí. Jedinečně na základě takto získaných informací můžeme cílevědomě řídit koloběh živin ve výživném prostředí tak, aby jejich uti-  
lize byla co nejvyšší, ztráty co nejnižší, bez negativních dopadů na životní prostředí a zdraví obyvatel.

Metodicky náročné je i hodnocení primárních vztahů mezi živinami v prostředí (nebo do prostředí dodaných), jejich absorpcí rostlinou a uti-  
lizací pro tvorbu výnosu. Přežívá ještě i tendence hodnotit účinek hnojiv pouze ze stránky výrobního účinku (zvýšení výnosu). Zevšeobecňování takto získaných poznatků je pak velice obtížné, zejména v podmínkách československého zemědělství s nesmírnou rozmanitostí agroekologických podmínek. V duchu prací československých klasiků výživy rostlin je proto kladen důraz na komplexní pohled biologické funkce hnojivých inputů na tvorbu výnosů, jejich kvality, ale i půdní úrodnost a životní prostředí.

V této souvislosti je vhodné si připomenout vědeckou tezi klasika československé agrochemie prof. dr. ing. F. Duchoně, DrSc., že „řízení přívodu základních kamenů, z kterých stavějí rostliny své orgány, děje se hnojením a řízená výroba rostlin nabývá tím více na významu, čím více vyžaduje od půdy vyšší sklizně kvalitnějších výrobků a vyšších důchodů“. I dnes plně platí, že „proto znalost základů výživy rostlin, hmot používaných ke hnojení, hospodářských souvislostí mezi hnojením, půdou a rostlinou, výnosem a důchodem je v našich poměrech nezbytným předpokladem pokroku ve výrobě zemědělské“.

Při současné vysoké intenzitě hnojení, kterou v Československu máme, jsou proto i požadavky na znalosti agronoma z oblasti agrochemie, výživy rostlin a hnojení plodin, ale i biochemie rostlin a půdy oprávněně vysoké. Vědecký časopis Rostlinná výroba chce proto k splnění těchto požadavků, které spolurozhodují o životních úrovních naší socialistické společnosti, přispět nejen příspěvky v tomto monotematickém čísle, ale i dalšími zveřejněními v ostatních číslech letošního i budoucích ročníků.

Ing. Jan Baier, DrSc.



J. Skala, F. Křišťan

SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Lukavec u Pacova): *Draslík a hořčík v dlouhodobém pokuse na hnědé půdě*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 563-573.

V dlouhodobých výživářských pokusech na hnědé půdě (1956 až 1985) se prokázal vysoký efekt vyrovnaného hnojení NPK ve výnosech všech plodin (zvýšení o 31 až 65 %). Negativní vliv vynechaného hnojení draslíkem v příjmu živin rostlinou i ve výnosech se lišil podle druhu plodiny, odrůdy i podle druhu produktu. Např. u brambor nutno rozlišovat odrůdovou reakci na hnojení draslíkem; největší pokles výnosů zaznamenala odrůda Radka (2,52 t.ha<sup>-1</sup> hlíz). Sledovaný vliv doplněného hnojení hořčíkem potvrzuje silnou závislost jeho účinnosti ve výnosech na použité formě hořečnatého hnojiva. Použití kieseritu při nižší hodnotě pH (pod 6,5) bylo u většiny plodin neúčinné, osvědčilo se pouze u brambor. Zásoba přístupného draslíku v půdě (byla silně ovlivněna skladbou plodin v osevním postupu) zaznamenala v prvních 15 letech při průměrné dávce 66 až 83 kg.ha<sup>-1</sup> pokles na 80 mg.kg<sup>-1</sup> půdy (bilanční deficit draslíku —28,8 až —66,4 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>). Při zvýšených dávkách draslíku (166 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>) a bilančním přebytku (39,6 kg.ha<sup>-1</sup>) v posledním čtyřletí došlo k nárůstu až na 250 mg.kg<sup>-1</sup> půdy. Zásoba přístupného hořčíku v půdě (od roku 1970) bez hnojení hořčíkem klesla o 30 mg.kg<sup>-1</sup> půdy; na variantě plně hnojené (N<sub>3</sub>PKMg) průměrná dávka hořčíku 44 kg.ha<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> zajistila bilanční přebytek a zvýšila zásobu hořčíku v půdě o 19 mg.kg<sup>-1</sup> půdy, avšak bez průkazného vlivu na zvýšení příjmu rostlinou.

hnojení NPKMg; odběr živin; balance draslíku a hořčíku; zásoba živin v půdě

Otázky účinnosti hnojení v ekologických podmínkách bramborářské oblasti (stanoviště Lukavec, okres Pelhřimov, Jihočeský kraj) byly řešeny u různých plodin v dlouhodobém výživářském osevním postupu založeném v roce 1956 (Baier, 1963). Šlo především o vliv hnojení na výnosy, kvalitu produktů, odběr živin, půdní vlastnosti atd., jak vyplývá z přehledu prací, které uvádějí Křišťan, Skala (1981). V řadě těchto studií byl analyzován vliv různých faktorů na příjem a využití živin pro tvorbu výnosů.

V předložené práci vyjímáme problematiku týkající se především kationtů draslíku a hořčíku na úseku: hnojení — půda — rostlina — půda.

## MATERIÁL A METODA

Stacionární pokus byl založen ve Výzkumné stanici rostlinné výroby VÚRV Praha-Ruzyně v Lukavci v roce 1956. Pokusný pozemek leží ve výrobním typu bramborářském, subtypu bramborářskožitném. Průměrná roční teplota dosahovala

| Osevní postup |                            | Odrůda          | Roky      | Nehnojeno                                  |                                            | Přírůstek hnojením<br>(organicky + NPK)    |                                            |
|---------------|----------------------------|-----------------|-----------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|               |                            |                 |           | Hp <sup>1)</sup><br>(t. ha <sup>-1</sup> ) | sušina<br>celkem<br>(t. ha <sup>-1</sup> ) | Hp <sup>1)</sup><br>(t. ha <sup>-1</sup> ) | sušina<br>celkem<br>(t. ha <sup>-1</sup> ) |
| A             | brambory                   | Krasava         | 1957—1958 | 19,60                                      | 4,65                                       | 11,10                                      | 2,51                                       |
|               | oves                       | Český žlutý     | 1957—1959 | 2,44                                       | 6,03                                       | 1,09                                       | 3,07                                       |
|               | slunečnice na píce         | Maďarská        | 1957—1960 |                                            | 5,89                                       |                                            | 2,84                                       |
|               | žito                       | České           | 1958—1961 | 2,64                                       | 6,57                                       | 1,13                                       | 3,22                                       |
| B             | brambory                   | Krasava         | 1959—1962 | 20,46                                      | 4,85                                       | 9,66                                       | 2,29                                       |
|               | oves                       | Český žlutý     | 1960—1963 | 2,24                                       | 7,43                                       | 0,69                                       | 1,10                                       |
|               | jetelotráva                | I               | 1961—1964 |                                            | 11,80                                      |                                            | 0,84                                       |
|               | jetelotráva                | II              | 1962—1965 |                                            | 7,68                                       |                                            | 2,47                                       |
|               | ozimá pšenice              | Kaštická        | 1963—1966 | 3,51                                       | 7,68                                       | 0,99                                       | 2,78                                       |
|               |                            |                 |           |                                            |                                            |                                            |                                            |
| C             | cukrovka                   | Dobrovická A    | 1965—1967 | 27,82                                      | 7,74                                       | 22,83                                      | 8,86                                       |
|               | jarní ječmen               | Valtický        | 1965—1968 | 1,54                                       | 3,05                                       | 1,18                                       | 2,11                                       |
|               | žito + kukuřice<br>na píce |                 | 1966—1969 |                                            | 3,73                                       |                                            | 5,94                                       |
|               | bob obecný                 | Chlumecký žlutý | 1967—1970 | 2,33                                       | 5,24                                       | 0,55                                       | 1,12                                       |
|               | oves                       | Český žlutý     | 1968—1971 | 2,50                                       | 7,11                                       | 1,52                                       | 4,66                                       |
|               |                            |                 |           |                                            |                                            |                                            |                                            |
| D             | ozimá řepka                | Třebíčská       | 1969—1972 | 0,67                                       | 2,58                                       | 1,75                                       | 5,87                                       |
|               | jarní ječmen               | Diamant         | 1970—1973 | 2,00                                       | 3,94                                       | 2,87                                       | 4,31                                       |
|               | jetel luční                | Jičínský        | 1971—1974 |                                            | 8,57                                       |                                            | 0,93                                       |
|               | brambory                   | Radka           | 1972—1975 | 18,61                                      | 4,41                                       | 8,67                                       | 2,06                                       |
|               | ozimá pšenice              | Kavkaz          | 1973—1976 | 3,33                                       | 6,87                                       | 0,77                                       | 2,49                                       |
|               | ozimá pšenice              | Jubilar         | 1974—1977 | 2,81                                       | 5,68                                       | 1,40                                       | 3,58                                       |
|               | jarní ječmen               | Ametyst         | 1975—1978 | 1,83                                       | 2,90                                       | 3,14                                       | 5,80                                       |
|               |                            |                 |           |                                            |                                            |                                            |                                            |
| E             | cukrovka                   | Dobrovická A    | 1976—1979 | 24,44                                      | 7,18                                       | 27,08                                      | 10,11                                      |
|               | jarní ječmen               | Favorit         | 1977—1980 | 1,42                                       | 2,99                                       | 4,48                                       | 6,93                                       |
|               | jetel luční                | Jičínský        | 1978—1981 |                                            | 7,60                                       |                                            | —0,34                                      |
|               | ozimá pšenice              | Slavia          | 1979—1982 | 3,06                                       | 5,54                                       | 1,80                                       | 4,42                                       |
| F             | brambory                   | Kamýk           | 1980—1983 | 15,33                                      | 3,78                                       | 17,50                                      | 3,50                                       |
|               | jarní ječmen               | Diabas, Korál   | 1981—1984 | 1,93                                       | 2,87                                       | 2,64                                       | 4,93                                       |
|               | bob obecný na píce         | Inovec          | 1982—1985 |                                            | 3,43                                       |                                            | 2,77                                       |
|               | ozimý ječmen               | Erfa            | 1983—1985 | 3,90                                       | 5,49                                       | 2,68                                       | 6,04                                       |

<sup>1)</sup> obilniny — zrno 15% vlhkosti  
okopaniny — hlízy, kořen při sklizňové sušině

7,1 °C, průměrné roční srážky 672 mm. Půda je hnědá, písčitohlinitá s orničním profilem 15 až 20 cm. Klimatická oblast B<sub>5</sub>, okresek mírně teplý, mírně vlhký, vrchovinný.

Průměrné agrochemické hodnoty před založením pokusu v roce 1956:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| pH (v KCl)                               | 6,2   |
| p (Egner) mg . kg <sup>-1</sup>          | 26,0  |
| K (Schachtschabel) mg . kg <sup>-1</sup> | 240,0 |
| CaCO <sub>3</sub>                        | —     |

Pokus s 12 variantami hnojení byl založen blokovou metodou ve čtyřech opakováních. Velikost parcel činila 8×8 m, sklizňových 5×5 m. Každoročně byl sledován čtyřhonný osevní postup, ve kterém se každé čtyři roky měnily skupiny plodin. Každá plodina byla sledována čtyři roky. Osevní postup a zjištěné průměrné přírůstky na hnojení jsou uvedeny v tab. I.

V průběhu pokusu bylo hnojeno hnojem k okopaninám, k ozimému žitu na zeleno, po kterém následovala ještě v témže roce kukuřice na zeleno. Dávka hnoje se pohybovala k jednotlivým plodinám od 20,0 do 40,0 t.ha<sup>-1</sup>. Průměrná roční dávka hnoje za 29 let dosáhla 9,0 t.ha<sup>-1</sup>. Mimo to byla v letech 1973 až 1976 ke druhé obilnině zaorávána sláma v dávce 5 t.ha<sup>-1</sup> s vyrovnávací dávkou dusíku 50 kg . ha<sup>-1</sup>. Vápenec byl aplikován za 29 let celkem šestkrát, buď k okopaninám na podzim, nebo k jarnímu ječmeni s podsevem vždy v dávce 2 t.ha<sup>-1</sup>.

### Schéma hnojení

| Varianta | Organické hnojení | Průmyslová hnojiva                   |
|----------|-------------------|--------------------------------------|
| 0        | hnůj (sláma)      | —                                    |
| 1        | hnůj (sláma)      | —                                    |
| 2        | hnůj (sláma)      | PK                                   |
| 3        | hnůj (sláma)      | N <sub>1</sub> PK                    |
| 4        | hnůj (sláma)      | N <sub>2</sub> PK                    |
| 5        | hnůj (sláma)      | N <sub>3</sub> PK                    |
| 6        | hnůj (sláma)      | N <sub>3a</sub> PKMg (Mg od r. 1973) |
| 7        | hnůj (sláma)      | N <sub>2</sub> P (od r. 1961 bez K)  |

Dávky průmyslových hnojiv jsou uvedeny v průměru všech osevních sledů v tab. II.

Ke studiu živin přijatých rostlinami byly odebrány vzorky rostlin nadzemní hmoty před sklizní plodin. Anorganické rozborby rostlin na stanovení dusíku, fosforu, draslíku, sodíku, vápníku a hořčíku byly provedeny v laboratoři OP státních statků Tachov ve Stříbře standardními analytickými postupy (Hájek, 1973).

Vzorky půd na agrochemický rozbor byly odebrány každoročně po sklizni plodin na variantách 0, 1, 4 a rozborovány v laboratořích ÚKZÚZ, na ostatních variantách jednou za čtyři roky.

II. Průměrné roční dávky živin v kg.ha<sup>-1</sup> (v organických a průmyslových hnojivech, 1957 až 1985) — Average annual nutrient application rates in kg per ha (in organic and commercial fertilizers, 1957 to 1985)

| Živina | Varianty pokusu |       |       |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 0               | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
| N      | 12,8            | 50,2  | 50,2  | 85,7  | 116,4 | 149,5 | 150,9 | 118,7 |
| P      | 3,2             | 13,4  | 56,9  | 56,9  | 56,9  | 56,9  | 56,9  | 56,5  |
| K      | —               | 56,4  | 156,3 | 156,3 | 156,3 | 156,3 | 156,3 | 52,8  |
| Ca     | 167,1           | 195,8 | 195,8 | 195,8 | 195,8 | 195,8 | 195,8 | 197,4 |
| Mg     | 1,3             | 6,2   | 6,2   | 6,2   | 6,2   | 6,2   | 29,0  | 6,2   |



## Vývoj výnosů plodin v průběhu 30 let (čtyřleté průměry)

Produkce celkové sušiny na variantě bez hnojení průmyslovými hnojiv (varianta 1) se v průměru osevních sledů (čtyři až sedm plodin) v letech 1957 až 1958 pohybovala na úrovni 5,0 až 8,35 t. ha<sup>-1</sup>; výnosy obilnin (při 85 % sušiny) na úrovni 2,64 až 3,31 t. ha<sup>-1</sup>.

Vliv hnojení NPK v průmyslových hnojivech byl reprezentován přírůstkem výnosu celkové sušiny v průměru osevních sledů za léta 1957 až 1978 (21 plodin) 31 až 42 % (výnos zrna obilnin 13 až 38 %). Poslední dva osevní sledy (1976 až 1985) vykazují přírůstky 55 až 65 % celkové sušiny (89 a 69 % zrna obilnin).

Zvýšení produkce hnojením (organické + NPK) bylo ovlivněno i výkonností odrůd, zejména u obilnin, méně již u brambor.

III. Vliv vynechaného hnojení draslíkem na výnos a odběr živin — Effect of leaving out potassium fertilizers on crop yields and nutrient uptake

| Plodina          | Roky      | Přírůstek výnosu ±<br>(t. ha <sup>-1</sup> ) |                  | Odběr živin ± (%) |     |     |     |     |
|------------------|-----------|----------------------------------------------|------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
|                  |           | Hp                                           | sušina<br>celkem | N                 | P   | K   | Ca  | Mg  |
| Ozimá pšenice    | 1963–1966 | –0,03                                        | 0,21             | 4                 | – 9 | – 6 | 35  | – 2 |
|                  | 1973–1976 | –0,01                                        | 0,74             | 3                 | 2   | 3   | – 7 | 6   |
|                  | 1974–1977 | –0,02                                        | 0,11             | 3                 | – 2 | 0   | 20  | 2   |
|                  | 1979–1982 | –0,04                                        | –0,25            | – 6               | – 6 | 5   | – 2 | 2   |
| Jarní ječmen     | 1965–1968 | 0,06                                         | 0,03             | 0                 | – 1 | –21 | 0   | – 5 |
|                  | 1970–1973 | 0,02                                         | –0,18            | – 1               | 2   | –11 | –14 | 0   |
|                  | 1975–1978 | –0,07                                        | –0,23            | – 3               | 0   | – 5 | – 6 | 7   |
|                  | 1977–1980 | 0,23                                         | –0,97            | 8                 | 2   | – 8 | 32  | – 4 |
|                  | 1981–1982 | 0,07                                         | –0,15            | 12                | – 8 | –15 | 9   | –11 |
|                  | 1983–1984 |                                              |                  | 2                 | – 9 | – 5 | –18 | – 6 |
| Oves             | 1968–1971 | 0,14                                         | 0,30             | 12                | 13  | 1   | –13 | 11  |
| Cukrovka         | 1965–1967 | 0,12                                         | –0,33            | –14               | –13 | – 7 | –10 | – 8 |
|                  | 1976–1979 | –1,32                                        | –0,15            | 5                 | 4   | – 5 | 17  | 14  |
| Brambory         | 1972–1975 | –2,52                                        | –0,60            | – 8               | –21 | –30 | –17 | 6   |
|                  | 1980–1982 | –0,99                                        | –0,23            | 1                 | – 7 | –14 | 45  | 29  |
| Jetel luční      | 1971–1974 |                                              | 0,86             | 17                | 13  | – 4 | 19  | 12  |
|                  | 1978–1981 |                                              | –0,18            | 3                 | 0   | – 2 | 0   | 11  |
| Bob na zrno      | 1967–1970 | –0,10                                        | –0,04            | – 5               | – 6 | –13 | – 1 | 10  |
| Bob na píci      | 1982–1985 |                                              | –0,48            | – 5               | 0   | –31 | 20  | 25  |
| Ječmen ozimý     | 1983–1985 | 0,16                                         | –0,07            | – 2               | – 1 | –26 | – 4 | 12  |
| Řepka ozimá      | 1969–1972 | –0,23                                        | –0,48            | 10                | 5   | –12 | –11 | 23  |
| Žito na zeleno   | 1966–1969 |                                              | 0,00             | 4                 | 8   | 7   | 3   | 2   |
| Kukuřice silážní | 1966–1969 |                                              | 0,01             | – 8               | –10 | –13 | 5   | 2   |

## Vynechané hnojení draslíkem v průmyslových hnojivech

Dlouhodobě vynechané hnojení draslíkem (tab. III) se nejvýrazněji promítlo snížením produkce u okopanin, ozimé řepky a bobu obecného na píci. U obilnin nebylo ovlivnění výnosu hlavního produktu jednoznačné a ve čtyřletých průměrech bylo nevýznamné.

Disproporce v odběru živin sklizněmi plodin se zjistily zejména u jarního a ozimého ječmene, dále u okopanin a řepky. Snížený odběr draslíku byl většinou doprovázen relativně vyšším odběrem vápníku nebo hořčíku.

## Hnojení hořčíkem

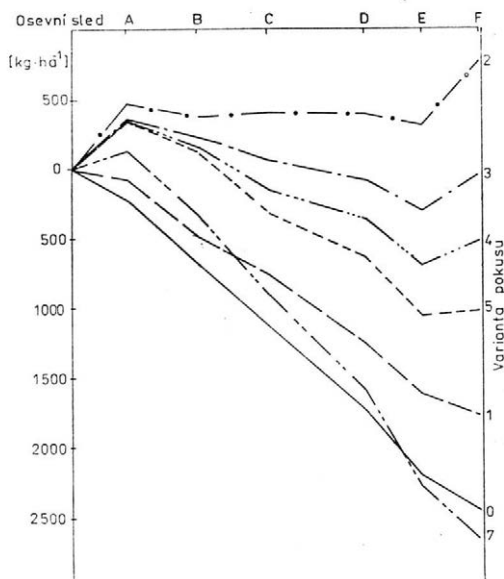
Aplikace hořčíku (tab. IV) ve formě kieseritu na kombinaci hnojené nejvyšší dávkou dusíku působila u hlavních obilnin (ozimé pšenice a zejména jarního ječmene) většinou neprůkazný pokles produkce s určitou odrůdovou odlišností.

Kladně působilo hořečnaté hnojení na výnosy brambor, zejména u odrůdy Kamýk (hospodářská až průmyslová odrůda). U cukrovky hnojení hořčíkem ovlivnilo nepříznivě výnos chrástu. Negativně působilo i na výnos jetele lučního a ozimé řepky.

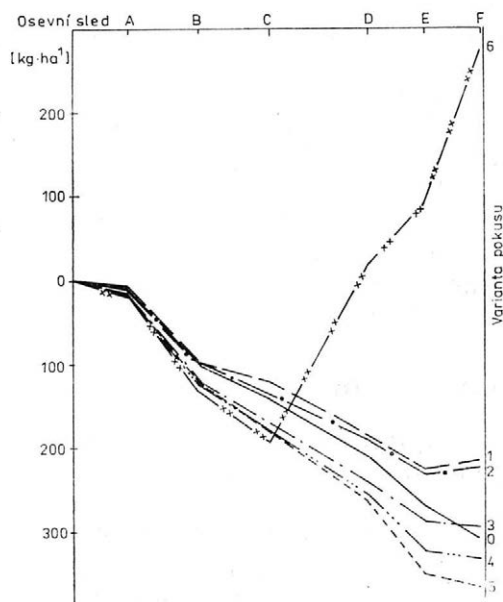
Hnojení hořčíkem se výrazněji projevilo v odběru živin jen u brambor (v průměru o 18 %).

IV. Vliv hnojení hořčíkem na výnos a odběr živin — Effect of magnesium fertilization on crop yields and nutrient uptake

| Plodina       | Roky      | Výnos + (t. ha <sup>-1</sup> ) |       | Odběr živin ± (%) |    |     |     |     |
|---------------|-----------|--------------------------------|-------|-------------------|----|-----|-----|-----|
|               |           | Hp                             | W     | N                 | P  | K   | Ca  | Mg  |
| Ozimá pšenice | 1973–1976 | 0,14                           | –0,48 | 1                 | 4  | –4  | 1   | –12 |
|               | 1974–1977 | 0,12                           | –0,66 | –6                | –5 | –9  | –24 | 1   |
|               | 1979–1982 | –0,15                          | 0,06  | –4                | –9 | 2   | –4  | –7  |
| Jarní ječmen  | 1970–1973 | –0,14                          | –0,56 | –8                | –2 | –6  | –17 | –6  |
|               | 1975–1978 | –0,08                          | –0,17 | 4                 | –2 | –6  | 0   | 35  |
|               | 1977–1980 | –0,12                          | –0,62 | –3                | 0  | –9  | –6  | –1  |
|               | 1981–1982 | –0,12                          | –0,26 | –4                | –5 | –5  | –1  | –7  |
|               | 1983–1984 |                                |       | –4                | –8 | –20 | –6  | 8   |
| Cukrovka      | 1976–1979 | 1,06                           | –0,92 | –7                | –5 | –1  | –15 | –5  |
| Brambory      | 1972–1975 | 1,81                           | 0,43  | 8                 | –2 | 14  | 8   | 22  |
|               | 1980–1982 | 2,04                           | 0,05  | 2                 | 7  | 3   | –2  | 15  |
| Jetele luční  | 1971–1974 |                                | –0,34 | –6                | –5 | –3  | –5  | 11  |
|               | 1978–1981 |                                | –0,19 | –3                | 2  | –1  | –9  | –1  |
| Bob obecný    | 1982–1985 |                                | 0,24  | 4                 | 11 | 3   | –3  | –5  |
| Ječmen ozimý  | 1983–1985 | 0,17                           | –0,28 | –1                | –4 | –11 | –10 | 0   |
| Řepka ozimá   | 1969–1972 | –0,21                          | –0,31 | 14                | 13 | 16  | 10  | 8   |



1. Bilance dodaného a odebraného draslíku — Balance of supplied and uptaken potassium



2. Bilance dodaného a odebraného hořčíku — Balance of supplied and uptaken magnesium

### Bilance dodaného a odebraného draslíku

Bilance draslíku znázorněná v průběhu pokusu na obr. 1 se ukázala téměř na všech variantách negativní. Prohlubuje se deficit draslíku zejména při jednostranném hnojení NP. Deficit draslíku se snižuje organickým hnojením. Zjistily se průměrné hodnoty uvedené v tab. V.

### Bilance dodaného a odebraného hořčíku

Nehnojená kontrola organickými a průmyslovými hnojivy vykazuje roční deficit hořčíku  $10,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (obr. 2). Hnojením organickými hnojivy se snížil na  $7,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  a stupňovanou intenzitou hnojení NPK

V. Bilance dodaného a odebraného draslíku (1957 až 1985) — Balance of supplied and uptaken potassium (1957 to 1985)

| Hnojení                              | Ø dávka K ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) |                              | Bilance K ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                      | v průmyslových hnojivech                                             | celkem s organickými hnojivy |                                                                      |
| Nehnojeno                            | 0,0                                                                  | 0,0                          | -89,1                                                                |
| Hnojeno organicky                    | 0,0                                                                  | 56,4                         | -60,6                                                                |
| Hnojeno org. + PK                    | 99,9                                                                 | 156,3                        | +26,2                                                                |
| Hnojeno org. + $\text{N}_1\text{PK}$ | 99,9                                                                 | 156,3                        | -1,9                                                                 |
| Hnojeno org. + $\text{N}_2\text{PK}$ | 99,9                                                                 | 156,3                        | -18,0                                                                |
| Hnojeno org. + $\text{N}_3\text{PK}$ | 99,9                                                                 | 156,3                        | -34,9                                                                |
| Hnojeno org. + $\text{N}_2\text{P}$  | 0,0                                                                  | 52,8                         | -111,0                                                               |

v průmyslových hnojivech dosáhl hodnoty až  $12,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Hnojení hořčíkem současně s  $\text{N}_3\text{PK}$  v období posledních 15 let v průměrné dávce hořčíku  $50,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  znamenalo bilanční přebytek hořčíku  $33,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

### Draslík a hořčík v půdě

Zásoba přijatelného draslíku v půdě na nehnojené kontrole (varianta 0) klesla v osevních sledech s plodinami náročnými na draslík až na  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy. Většinou se pohybovala kolem  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  a v posledním čtyřletí zaznamenala nárůst na úroveň  $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy. Varianta hnojená organickými hnojivy (varianta 1), která vykazuje v průměru o  $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  menší deficit draslíku, si udržovala ca o  $40 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy vyšší zásobu draslíku. Při plném organominerálním hnojení (varianta 4) došlo po počátečním nárůstu zásoby draslíku (na ca  $280 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) během 15 let k poklesu na úroveň  $80 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy (průměrné dávky draslíku v průmyslových hnojivech  $66,4$  až  $83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , bilanční deficit draslíku  $-28,8$  až  $-61,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ). Během trojnásobného obilního sledu dochází již při dávce draslíku  $83 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  v průmyslových hnojivech k nárůstu zásoby draslíku na úroveň  $180 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy, dále při dávce draslíku  $103,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  i přes bilanční deficit vlivem zařazení cukrovky a jetele k udržení zá-

VI. Agrochemické vlastnosti půdy na vybraných variantách pokusu po sklizni plodin v roce 1984 (Ø čtyř honů) — Agrochemical properties of soil in the selected treatments of the trial after crop harvest in 1984 (mean values for four fields)

| Hloubka odběru | Varianta                      | pH  | P<br>Egner<br>( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) | K<br>Schachts-<br>chabel<br>( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) | Mg<br>( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) |
|----------------|-------------------------------|-----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 0 – 15 cm      | 0 (O)                         | 5,7 | 11,0                                               | 120,5                                                            | 74,3                                       |
|                | 1 (Hn)                        | 6,0 | 28,5                                               | 163,0                                                            | 79,5                                       |
|                | 2 (PK)                        | 5,9 | 147,5                                              | 308,0                                                            | 70,5                                       |
|                | 3 ( $\text{N}_1\text{PK}$ )   | 5,8 | 145,8                                              | 299,0                                                            | 67,5                                       |
|                | 4 ( $\text{N}_2\text{PK}$ )   | 5,6 | 98,8                                               | 235,8                                                            | 61,3                                       |
|                | 5 ( $\text{N}_3\text{PK}$ )   | 5,4 | 94,8                                               | 218,8                                                            | 60,3                                       |
|                | 6 ( $\text{N}_3\text{PKMg}$ ) | 5,1 | 85,3                                               | 234,5                                                            | 85,3                                       |
|                | 7 ( $\text{N}_2\text{P}$ )    | 5,4 | 114,0                                              | 132,5                                                            | 70,5                                       |
| 15 – 30 cm     | 0 (O)                         | 5,8 | 7,7                                                | 91,3                                                             | 69,3                                       |
|                | 1 (Hn)                        | 6,0 | 20,3                                               | 169,0                                                            | 77,8                                       |
|                | 2 (PK)                        | 5,8 | 115,0                                              | 278,5                                                            | 70,5                                       |
|                | 3 ( $\text{N}_1\text{PK}$ )   | 5,9 | 113,5                                              | 268,0                                                            | 61,0                                       |
|                | 4 ( $\text{N}_2\text{PK}$ )   | 5,6 | 95,0                                               | 250,8                                                            | 59,5                                       |
|                | 5 ( $\text{N}_3\text{PK}$ )   | 5,4 | 84,3                                               | 221,5                                                            | 58,7                                       |
|                | 6 ( $\text{N}_3\text{PKMg}$ ) | 5,4 | 75,5                                               | 216,5                                                            | 80,8                                       |
|                | 7 ( $\text{N}_2\text{P}$ )    | 5,4 | 99,8                                               | 128,0                                                            | 69,3                                       |



soby na této úrovni. Výrazný nárůst obsahu draslíku (na 250 mg . kg<sup>-1</sup> půdy) v půdě je zaznamenán v posledním čtyřletí při průměrné dávce draslíku 166 kg . ha<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup> a bilančním přebytku draslíku 39,6 kg . ha<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup>.

Zásoba hořčíku je sledována od roku 1970. V průběhu 15 let zjišťujeme na základních variantách bez hnojení hořčíkem v průmyslových hnojivech vesměs klesající tendenci (o ca 30 mg . kg<sup>-1</sup> půdy). Např. u varianty plně hnojené NPK na úroveň ca 50 mg . kg<sup>-1</sup> půdy v průměru analýz po posledních dvou plodinách osevního sledu. Diference již od počátku sledování mezi variantami souvisí s vyšší bilančních schodků (např. u hořčíku —7,4 kg . ha<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup> na variantě 1 až —11,4 kg . ha<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup> na variantě 4).

Agrochemické vlastnosti půdy na vybraných variantách pokusu po dlouhodobé diferenciaci hnojení jsou uvedeny v tab. VI.

## DISKUSE

Ve třicetiletém období trvání stacionárního výživářského pokusu na hnědé půdě v bramborářské oblasti jde především o hlediska dosažení optimálních přírůstků výnosu a zvýšení půdní úrodnosti hnojením. Faktor hnojení nelze plně izolovat od spoluúčasti dalších intenzifikačních faktorů, jako např. odrůdy, stupňovaná ochrana rostlin apod.

Usilí o zvýšení zásoby živin v lehčí hnědé půdě, v dřívějších dobách neuznávané, v současné době již plně námi prokázané, splňuje předpoklad, že na půdách ve „staré půdní síle“ se nejvíce může uplatnit selektivní příjem živin (Baier, 1979).

Náročnost na hnojení jednotlivými živinami byla testována v dlouhodobých různých kombinacích hnojení.

Nezjistili jsme tak vysoký efekt hnojení draslíkem jako např. Vechov et al. (1984), kteří prezentují výsledky z pokusů na drnopodzolové písčitohlinité půdě s obsahem výměnného draslíku méně než 100 mg . kg<sup>-1</sup> půdy. Jmenovaní autoři uvádějí roční přírůstek v obilnářskobramborářském osevním postupu 10,04 OJ . ha<sup>-1</sup>. Ve shodě s výsledky, které uveřejnili Kuhlmann, Wehrmann (1984), jsme nedosáhli významného zvýšení výnosů u obilnin.

Reakce plodin (příjem živin, výnos) na vynechané hnojení draslíkem byla ovlivněna i použitou odrůdou, popř. předplodinou, což bylo nejvíce patrné u brambor (Skala, Křišťan, 1986).

Vliv dlouhodobého diferencovaného hnojení na bilanci draslíku a rovněž na obsah živin v půdě sledovali též Albert (1984) a při stejných dávkách draslíku zjistil na dvou stanovištích zvýšení a na jednom stanovišti snížení obsahu rozpustného draslíku v půdě následkem silného vázání v půdě.

Rovněž podle našich výsledků (Křišťan, Skala, 1984) jsou hodnoty agrochemických rozborů půd silně závislé nejen na ekologických faktorech, ale i na sledu plodin, a tím je jejich interpretace v dynamice vztahů k hnojení ovlivňována. S tímto stavem je nutné počítat a korigovat získané hodnoty z tohoto hlediska (Baier, 1979).

I přes zjištěné bilanční schodky (draslík) a navazující zásobenost půdy živinami se ukázalo, že v důsledku hnojení průmyslovými hnojivy (NPK) v daných podmínkách v průměru třicetiletého sledování dochází

| Hnojení                          | N   | P   | K   | Ca  | Mg  |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nehnojeno                        | 103 | 93  | 94  | 109 | 105 |
| Hnojeno organicky                | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Hnojeno org. + PK                | 99  | 104 | 105 | 96  | 95  |
| Hnojeno org. + N <sub>2</sub> PK | 100 | 100 | 109 | 90  | 90  |
| Hnojeno org. + N <sub>2</sub> P  | 101 | 100 | 99  | 93  | 95  |

k zvýšenému zastoupení draslíku a sníženému zastoupení vápníku i hořčíku v koloběhu živin (K ř i š t a n, 1987). Doplnujeme toto zjištění o variantu N<sub>2</sub>P (tab. VII).

Z našich zjištění dále vyplývá, že optimalizace dávek draslíku, stanovená na základě vyrovnané bilance v rámci osevního sledu, je mimo jiné silně závislá na struktuře plodin, zastoupených odrůdách a skutečně dosažených výnosech na konkrétním pozemku.

Nevýrazné až negativní působení hnojení hořčíkem ve formě kieseritu v daných půdně-klimatických podmínkách zhruba koresponduje s některými doporučeními (K o l e k t i v, 1980), které upozorňují v tomto směru na limitující funkci nižších hodnot pH (pod 6,5). Rovněž M u t i n s k ý, N a j m r (1986) zjistili v přesných pokusech na šesti místech ČSR vhodný kieserit u ječmene jen na půdách blízkých neutrální reakci (výše 6,5 pH); na slabě kyselých půdách měl větší efekt siřičitan hořečnatý. Také K o ž u r o et al. (1984) rozlišují vhodnost různých forem hořečnatých hnojiv pro jednotlivé kultury.

V pokusech, které provedl P r ů š a (1983) s různými druhy hořečnatých a vápenatých hnojiv, se nejlépe osvědčily formy ocelářských strusek a karbonátů. Š i l a r (1983) navrhuje na 80 % půdního fondu ČSR (mimo karbonátových půd) spojit technologii hnojení hořčíkem s vápněním.

Za významné však považujeme zjištěnou dobrou reakci brambor na hnojení hořčíkem ve formě kieseritu na hnědé půdě s nižší hodnotou pH (pod 6,5).

V řešení problematice výživy rostlin hořčíkem v daných ekologických podmínkách jde především o vyšetření okolností dostatečného příjmu z půdní zásoby a vyšetření vhodné formy hořečnatého hnojiva.

## Literatura

- ALBERT, E.: Langjährige differenzierte NPK-Düngung in ihre Wirkung auf die P- und K-Bilanz sowie auf den Nährstoffgehalt des Bodens. Arch. Acker. — Pfl.-Bau Bodenkte, 28, 1984, č. 1 s. 51-58.
- BAIER, J.: K výzkumu vlivu intenzivních dávek průmyslových hnojiv v ČSSR. Rostl. Výr., 9, 1963, č. 3—4, s. 271-286.
- BAIER, J.: Vliv ekologických faktorů na příjem živin. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1979, č. 4.
- HÁJEK, J.: Zkušenosti s anorganickými rozbory rostlin v chemické laboratoři. Agrochémia, 13, 1973, č. 7, s. 190-191.
- KOLEKTIV: Komplexní metodika výživy rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1980, č. 17.

KOŽURO, I. A. et al.: Sodržaniye magnija. In: Optimalnyje parametry plodородija počv, Moskva, Kolos 1984, č. 162-171.

KŘIŠTAN, F.: Vývoj úrodnosti hnědé půdy a produkce v období třiceti let (1956 až 1986). Rostl. Výr., 33, 1987, č. 10, s. 1057-1070.

KŘIŠTAN, F. — SKALA, J.: 25 let Výzkumné stanice rostlinné výroby v Lukavci. 1981.

KŘIŠTAN, F. — SKALA, J.: Změny agrochemických vlastností půdy vlivem zařazení jetele lučního. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 3, s. 301-307.

KUHLMANN, H. — WEHRMANN, J.: Prüfung verschiedener Methoden der Bodenanalyse auf ihre Eignung zur Ermittlung des K-Düngerbedarfs auf Lössböden. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 147, 1984, č. 3, s. 334-348.

MUTINSKÝ, J. — NAJMR, S.: Sírčitán hořečnatý — perspektivní hořečnaté hnojivo. Agrochémia, 26, 1986, č. 6, s. 169-172.

PRŮŠA, V.: Poznatky z pokusů s různými druhy hořečnatých a vápenatých hnojiv. XVII. Konf. o průmyslových hnojivech, Ústí nad Labem, 1983, s. 110-116.

SKALA, J. — KŘIŠTAN, F.: Výživa a hnojení v polním ekosystému na hnědé půdě v bramborářském výrobním typu. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1986.

ŠILAR, J.: Vliv vedlejších živin na účinnost průmyslových hnojiv. 1. etapa: návrh systému hnojení hořčíkem v ČSSR. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1983.

VECHOV, P. A. — KASICKIJ, J. I. — KULAKOVA, V. I.: Podbor optimalnych form kalijnogo udobrenija v zavisimosti ot kultur sevooborota. Chim. sel. Choz., 1984, č. 1, s. 16-20.

Došlo dne 4. 1. 1989

SKALA, J. — KŘIŠTAN, F. (Научно-исследовательская станция растениеводства, Лукавец у Пацова): Калий и магний в многолетнем опыте на бурой почве. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 563-573.

V mnoholetních опытах по питанию растений на бурой почве (1956—1985) доказали высокий эффект выравненного удобрения NPK в урожаях всех культур (увеличение на 31—65 %). Отрицательное влияние неприменения калийного удобрения в поступлении питательных веществ растением и в урожаях отличалось по виду культуры, сорту и по виду продукта. Например у картофеля следует различать сортовую реакцию на удобрение калием; самое большое понижение урожаев выявили у сорта Radka (2,52 т. га<sup>-1</sup> клубней). Изучаемое влияние добавочного удобрения магнием подтверждает сильную зависимость его эффективности в урожаях от используемой формы магниевого удобрения. Использование кизерита при меньшем значении pH (ниже 6,5) было у большинства культур не эффективным, оно себя оправдало только у картофеля. Запас доступного калия в почве (находится под сильным влиянием структуры культур в севообороте) представлял в первые 15 лет, при применении дозы 66 — 83 кг. га<sup>-1</sup>, понижение до 80 мг. кг<sup>-1</sup> почвы (балансовый дефицит калия — 28,8 — 66,4 кг. га<sup>-1</sup>. год<sup>-1</sup>). При повышенных дозах (166 кг. га<sup>-1</sup>. год<sup>-1</sup>) и балансовом избытке (39,6 кг. га<sup>-1</sup>. год<sup>-1</sup>) в последнем квартале получилось увеличение даже до 250 мг. кг<sup>-1</sup> почвы. Запас доступного магния в почве (с 1970 года) без удобрения магнием понизился на 30 мг. кг<sup>-1</sup> почвы; на варианте полностью удобрённом (NзPKMg) средняя доза магния 44 кг. га<sup>-1</sup>. год<sup>-1</sup> обеспечила балансовый избыток и увеличила запас магния в почве на 19 мг. кг<sup>-1</sup> почвы, однако без доказуемого влияния на увеличение поступления в растение.

удобрение NPKMg; потребление питательных веществ; баланс калия и магния; запас питательных веществ в почве

SKALA, J. — KŘIŠTAN, F. (Research Station for Crop Production, Lukavec u Pacova): *Potassium and Magnesium in a Long-Term Trial on Grey-Brown Podzolic Soil*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 563-573.

In long-term plant nutrition trials on grey-brown podzolic soil, conducted in 1956 to 1985, well balanced NPK fertilization resulted in high production efficiency: the yields of all crops increased by 31 to 65 %. When no potassium was applied, nutrient uptake by the plants and the crop yields were affected to a different

extent, depending on the crop, variety, and type of product. For example, varietal responses to potassium fertilization should be distinguished in potatoes; the greatest decrease of yields was recorded in the Radka variety (2.52 tonnes of tubers per ha). The effect of supplemental magnesium fertilization on yields strongly depended on the form of magnesium fertilizer. Kieserite at a low pH value (below 6.5) was ineffective in the majority of crops, except in potatoes. The available reserve of soil potassium, dependent highly on crop rotation, declined to 80 mg per kg of soil during the first 15 years when the average application rates were from 66 to 83 kg per ha, the deficit in potassium balance being -28.8 to -66.4 kg per ha/year. When increased amounts of potassium were applied (166 kg per ha/year) there was an excess in the potassium balance (39.6 kg per ha/year) and the soil reserve increased to as much as 250 mg potassium per 1 kg of soil in the last four years. The available magnesium reserve in the soil, studied since 1970, decreased by 30 mg per 1 kg of soil when no magnesium fertilizer was applied; in the full fertilization treatment (N<sub>3</sub>PKMg) the average magnesium application rate of 44 kg per ha/year produced an excess in the magnesium balance and increased the soil magnesium reserve by 19 mg per kg, without any significant influence on magnesium uptake by the plants.

NPKMg fertilization; nutrient uptake; potassium and magnesium balance; nutrient reserve in soil

SKALA, J. — KŘIŠŤAN, F. Forschungsstation für Pflanzenproduktion, Lukavec u Pacova): *Kalium und Magnesium im langfristigen Versuch auf Braunerde*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 563-573.

Bei langfristigen Düngungsversuchen auf Braunerde (1956—1985) zeigte sich ein hoher Effekt einer gut ausgeglichenen NPK-Düngung auf die bei allen Kulturen erzielten Erträge (Ertragssteigerung um 31 bis 65 %). Der negative Einfluss der ausgelassenen K-Düngung auf die Nährstoffaufnahme durch Pflanzen und auf die Erträge unterschied sich in Abhängigkeit von der Pflanzenart, von der Sorte als auch von der Produktart. Bei Kartoffeln z. B. müssen wir die sortenbedingte Reaktion auf die K-Düngung unterscheiden; den markantesten Ertragsabfall wies die Sorte Radka (2,52 t.ha<sup>-1</sup> Knollen) auf. Der untersuchte Einfluss der ergänzenden Mg-Düngung bestätigt eine bedeutende Abhängigkeit ihrer Wirksamkeit auf die Erträge von der angewendeten Form der eingesetzten Mg-Dünger. Der Einsatz von Kieserit bei niedrigerem pH-Wert (unter 6,5) war bei den meisten Kulturen unwirksam. Er bewährte sich nur bei Kartoffeln. Der Vorrat des Bodens an verfügbarem Kalium (unter einem grossen Einfluss der Zusammensetzung der Kulturen in der gegebenen Fruchtfolge) verzeichnete in den ersten 15 Jahren bei einer durchschnittlichen Gabe von 66 bis 83 kg.ha<sup>-1</sup> einen Abfall auf 80 mg.kg<sup>-1</sup> Boden (K-Bilanzdefizit - 28,8 bis 66,4 kg.ha<sup>-1</sup>.Jahr<sup>-1</sup>). Bei erhöhten Gaben (166 kg.ha<sup>-1</sup>.Jahr<sup>-1</sup>) und einem Bilanzüberschuss (39,6 kg.ha<sup>-1</sup>.Jahr<sup>-1</sup>) in den letzten vier Jahren kam es zum Anstieg auf 250 mg.kg<sup>-1</sup> Boden. Der Vorrat an verfügbarem Magnesium im Boden (seit 1970) ohne jede Mg-Düngung nahm um 30 mg/kg<sup>-1</sup> Boden ab; auf der vollgedüngten Variante (N<sub>3</sub>PKMg) sicherte die durchschnittliche Mg-Gabe von 44 kg.ha<sup>-1</sup>.Jahr<sup>-1</sup> ein Bilanzdefizit und erhöhte den Mg-Bodenvorrat um 19 mg/kg<sup>-1</sup> Boden, aber ohne jeden signifikanten Einfluss auf die Steigerung der Aufnahme durch die Pflanze.

NPKMg-Düngung; Nährstoffaufnahme; K- und Mg-Bilanz; Nährstoffvorrat im Boden

Adresa autorů:

Ing. Jan Skala, CSc., ing. František Křišťan, CSc., Výzkumná stanice rostlinné výroby, 394 26 Lukavec u Pacova

## ADVANCES IN SOIL SCIENCE, VOL. 7

### NOVÉ OBJEVY V PEDOLOGII

**E. Bresler, D. W. Anderson, M. Scott, L. Metzger et al.**

*New York — Berlin — Heidelberg — London — Paris — Tókyo,*  
*Springer Verlag 1987, 280 s.*

V první stati tohoto knižního svazku vysvětluje E. Bresler modelovým způsobem tok vody a transport rozpuštěných solí v půdě s ohledem na možné aplikace v zemědělství, speciálně na úseku biofyziky půdy a fyziologie výživy rostlin. Jde o infiltraci vody a solí do půdy při jejím daném konstantním toku po povrchu a při konstantní koncentraci solí, o následnou (postinfiltrační) redistribuci a transport solí za těchto podmínek a dále o modelování transportu solí za podmínek ustáleného gravitačního toku. Pak autor popisuje modelování výnosů u prostorově variabilních polí a ukazuje model pro hospodárné zavlažování půdy v prostoru s měnícími se vlastnostmi.

D. W. Anderson věnoval svou studii tvorbě půdy v pastvinách a sousedních lesích Velkých préríí.

Praktickými i teoretickými aspekty využití vikvovitých rostlin k zúrodnění půdy se zabývají M. Scott Smith, W. W. Frye a J. J. Varco. Tematicky se soustřeďují především na rostliny vikvovité vysévané v zimním období jako mezikultury pro krytí půdy.

V posledních dvaceti letech se rozšířilo hnojení kaly, poněvadž bylo prokázáno, že je všeobecně výhodné a nepoškozuje životní prostředí. Kromě toho zlepšuje tento organický materiál vlastnosti půdy. Neustále klesající obsah organické hmoty v obdělávaných půdách, který může vést k porušení správného fyzikálního stavu půdy a k erozi, je obzvláště nebezpečný v teplých oblastech, kde se organická hmota rozkládá velmi rychle. Aplikace organických odpadů, jako jsou kaly, vyvolává značný zájem jako prostředek k udržení dostatečně vysokého obsahu organických látek v půdě. Podrobně tuto problematiku především z hlediska vlivu odpadních kalů na fyzikální vlastnosti půdy rozebírají L. Metzger a B. Yaron.

V poslední kapitole uvádí J. Venkaterswarlu důležité typy půd v Indii a stručně je charakterizuje s ohledem na jejich zemědělský význam. Dále jsou popsány existující systémy pěstování zemědělských plodin a podrobný rozbor ekonomického a racionálního využití zemědělské půdy v Indii.

*RNDr. ing. Josef Zahradníček, CSc.*



J. Chochola

CHOCHOLA, J. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav řepářský, Semčice): *Vliv draslíku na výnos a jakost cukrovky*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 575-584.

V pokusech se stupňovaným hnojením draslíkem byl zjišťován výnos a jakost cukrovky. Dále byl na souboru měření výnosu cukrovky a obsahu draslíku v půdě podle Schachtschabela zjišťován vliv zásoby draslíku na cukrovku. Draselné hnojení ovlivnilo příjem draslíku, zvyšovalo jeho odběr výnosem a zvyšovalo obsah melasotvorného draslíku v kořenech cukrovky. Naopak neovlivnilo výnos chrástu, kořene a polarizačního cukru. Výnos rafinády byl v jednom ze čtrnácti pokusů signifikantně draselným hnojením snížen. Nebyla zjištěna závislost účinku draselného hnojení na zásobě draslíku v půdě. Při malé a vysoké zásobě draslíku v půdě byl zjištěn pokles výnosu rafinády. Se zásobou draslíku v půdě se zvyšoval obsah melasotvorného draslíku v kořenech. Nebyl zjištěn rozdíl ve výnosech rafinády mezi střední a dobrou zásobou (tj. mezi intervaly 80 až 130 a 131 až 200 mg/kg na lehkých půdách, 110 až 140 a 171 až 250 mg/kg na středních půdách a 140 až 220 a 221 až 330 mg/kg na těžkých půdách). Diskutuje se způsob hnojení cukrovky a navrhuje se udržovat hnojením vyrovnanou bilanci při střední zásobě.

cukrovka; draslík; hnojení; půdní zásoba draslíku; jakost cukrovky

Ze všech minerálních živin odebírá cukrovka nejvíce draslíku. Odběr (a v našich podmínkách i export) draslíku zpravidla přesahuje 300 kg K<sub>2</sub>O na 1 ha. Proto je v osevních postupech s vyšším zastoupením cukrovky doporučováno vyšší hnojení draslíkem (Neuberg a kol., 1985). Draslík obsažený v kořenech cukrovky však působí vážné obtíže v cukrovarnictví — spolu se sodíkem je hlavním původcem zůstatku cukru v melase. Obsah draslíku v kořenech je proto významným kritériem technologické jakosti (Reinefeld et al., 1974). Při hnojení draslíkem a vytváření zásoby draslíku v půdě je tedy nutné zajistit dostatek draslíku jako nezbytné živiny a zároveň minimalizovat jeho obsah v kořenech. Nízké výnosy cukrovky při nízké půdní zásobě a při nízkém hnojení byly mnohokrát prokázány (Strnad, 1975; Draycott, Durrant, 1976; Chochola, 1984). V tom, kde se růst výnosů se zásobou či s hnojením zastavuje, kde se snižuje rentabilita hnojení a kde začíná převažovat negativní ovlivnění jakosti, není zatím zcela jasno. Např. Schachtschabel (1985) prokazuje, že hranice žádoucí zásoby draslíku v půdě v NSR byla stanovena nezdůvodněně vysoko. V Československu se potýkáme s příliš vysokým obsahem draslíku v cukrovce (Chochola, 1988) a v krmných plodinách (Matula, 1984) a jednou z příčin tohoto stavu je zřejmě zásoba draslíku v půdě a technika hnojení draslíkem. Vedle toho existuje hypotéza o dalekosáhlém ne-

příznivém fyziologickém působení nadměrné výživy draslíkem na rostliny s převažujícím sacharidovým metabolismem [Králůvič, 1984]. Touto prací chceme přispět do naznačené diskuse.

## MATERIÁL A METODA

Pro hodnocení vlivu draslíku v hnojivech na cukrovku jsme využili polyfaktoriální pokusy založené ve VŠÚŘ Semčice v letech 1977 až 1984. V těchto pokusech byly stupňovány vždy dávky tří živin. Draslík byl zařazen v kombinacích NPK a NKB. Protože nebyla nikdy nalezena signifikantní interakce mezi působením jednotlivých živin, uvádíme zde pouze výsledky týkající se draslíku. Jde o průměrné hodnoty pro danou dávku draslíku, zjištěné na pěti úrovních hnojení dusíkem a třech úrovních hnojení fosforem, resp. bórem. Zkoušené dávky draslíku byly 0; 166; 332 kg/ha. Draslík byl aplikován před setím ve formě draselné soli. Přehled o pokusných stanovištích uvádí tab. I.

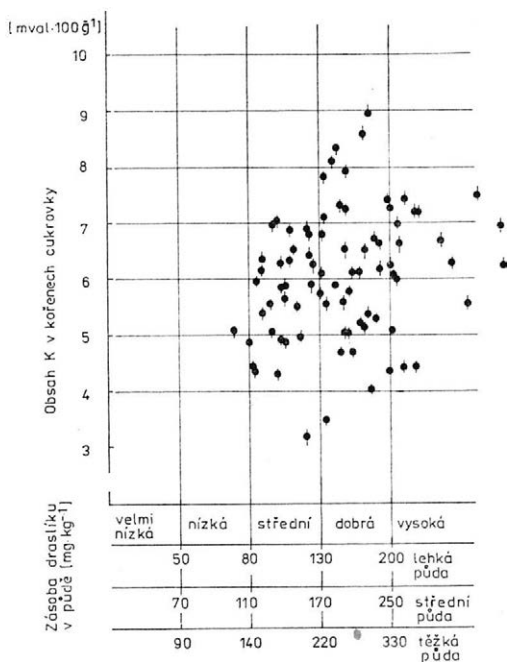
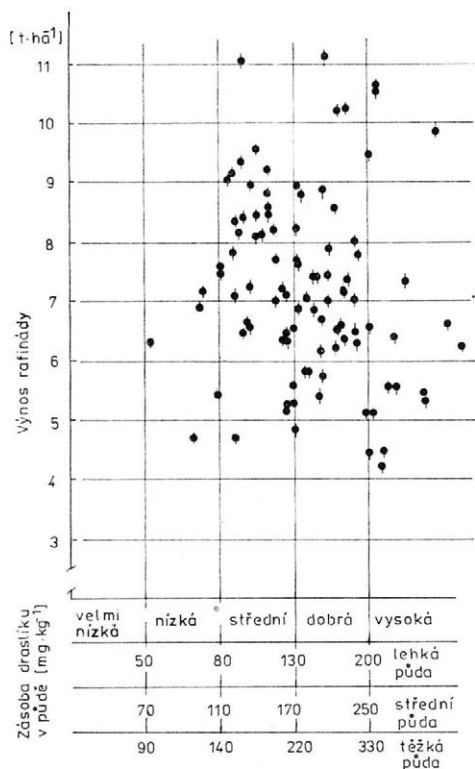
Pro hodnocení vlivu zásoby draslíku (stanoveno vždy podle Schachtschabela) v půdě na cukrovku jsme se snažili získat co nejrozsáhlejší soubor vzájemně odlišných, přesně změřených případů — výnosů cukrovky na místě o známém obsahu draslíku v půdě. Měření výnosu, jakosti a přesné, lokálně odpovídající měření zásoby draslíku v půdě jsou k dispozici z pokusných stanovišť. Při větším počtu pokusů a pokusných zásahů na daném stanovišti byly vybírány parcely vyhovující těmto kritériím:

- hnojení K v intervalu 120 až 170 kg/ha;
- hnojení N v intervalu 60 až 120 kg/ha;
- počet rostlin 70 000 až 90 000 na 1 ha;
- sklizeň ve druhé polovině října;
- v průběhu pěstování nedošlo ke zjevné agrotechnické chybě či nebyl použit pokusný (agrotechnický) zásah prokazatelně snižující výnos.

Vzhledem k volbě kritérií šlo v podstatě o parcely blízké se potenciálnímu výnosu pro dané stanoviště a ročník. Byl vypočten průměrný výnos, resp. kvalita se zobrazením do grafu závislosti výnosu na zásobě draslíku v půdě (obr. 1 a 2).

I. Pedologická a agrochemická charakteristika pokusných stanovišť — The soil characteristics and agrochemistry of the experimental sites

| Stanoviště | Ročník | Půdní typ | Půdní druh      | C <sub>ox</sub> (%) | Agrochemické zkoušení půdy |                   |           |           |            |
|------------|--------|-----------|-----------------|---------------------|----------------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|
|            |        |           |                 |                     | pH                         | CaCO <sub>3</sub> | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Mg (mg/kg) |
| Smilovice  | 1977   | RA        | hlinitopísčité  | 0,76                | 7,4                        | 0,0               | 88        | 132       | 31         |
| Bezno      | 1977   | ČM        | hlinitá         | 0,81                | 7,4                        | 0,0               | 128       | 158       | 77         |
| Dobrovice  | 1977   | ČMd       | jílovitohlinitá | 1,83                | 7,3                        | 0,0               | 82        | 287       | 87         |
| Smilovice  | 1978   | RA        | písčitohlinitá  | 0,85                | 7,2                        | 3,0               | 99        | 170       | 43         |
| Bezno      | 1978   | ČM        | hlinitá         | 1,34                | 7,2                        | 1,1               | 131       | 126       | 77         |
| Smilovice  | 1979   | RA        | písčitohlinitá  | 0,81                | 7,0                        | 0,0               | 39        | 178       | 47         |
| Semčice    | 1979   | NP        | písčitojílovitá | 1,21                | 6,8                        | 0,0               | 69        | 123       | 65         |
| Smilovice  | 1980   | RA        | písčitohlinitá  | 0,81                | 7,1                        | 2,0               | 66        | 184       | 48         |
| Semčice    | 1980   | NP        | hlinitá         | 1,10                | 7,1                        | 0,6               | 76        | 366       | 79         |
| Bezno      | 1981   | ČM        | hlinitá         | 1,35                | 7,0                        | 0,0               | 106       | 117       | 76         |
| Kralice    | 1981   | ČM        | hlinitá         | 1,59                | 7,2                        | 0,0               | 60        | 107       | 235        |
| Bedihošť   | 1981   | NP        | jílovitohlinitá | 1,85                | 6,9                        | 0,0               | 196       | 153       | 180        |
| Bezno      | 1984   | HM        | hlinitá         | 1,60                | 6,0                        | 0,0               | 123       | 109       | 82         |



1. Závislost výnosu rafinády na zásobě přijatelného draslíku v půdě — Dependence of refined sugar yield on the reserve of available soil potassium

2. Závislost obsahu draslíku v kořenech cukrovky na půdní zásobě přijatelného draslíku — Dependence of potassium content in sugar beet roots on the reserve of available soil potassium

Při současném hodnocení zásoby draslíku z rozdílných stanovišť je nutné brát v úvahu obsah jílu, resp. půdní druh. Přidrželí jsme se klasifikace, kterou uveřejnil Neuberger (1985). Interpolace uvnitř kategorie zásobenosti je odvozena od širší kategorie pro daný půdní druh.

## VÝSLEDKY

Ovlivnění cukrovky draslíkem lze sledovat pomocí celé řady charakteristik. V tab. II jsou zahrnuty nejdůležitější charakteristiky hospodářského výnosu, jakosti cukrovky a příjmu draslíku rostlinou. Oba prezentované pokusy pocházejí ze stejného ročníku, proběhly za stejných povětrnostních podmínek (stanoviště jsou vzájemně vzdálena ca 7 km), při dobré zásobě draslíku. Na stanovišti Smilovice je lehká půda rendzina, na stanovišti Dobrovice těžká degradovaná černozem. Signifikantní rozdíly byly nalezeny ve všech měřeních souvisejících přímo s draslíkem, tj. u koncentrací draslíku a odběrů draslíku. Draselné hnojení vždy obsah draslíku zvyšuje. V obou pokusech byl zjištěn vzrůst výnosů chrástu cukrovky s draselným hnojením, zůstal však pod hranicí významnosti. Výnos kořene a výnos sušiny nebyl ovlivněn. Na lehké půdě ve Smilovicích se draselným hnojením zvyšovala cukernatost až k hranici významného ovlivnění. Obsah sodíku v kořenech byl významně ovlivněn —

| Stanoviště                                         | Smilovice 1977 |       |       | $P_{0,05}$ | Dobrovice 1977 |       |       | $P_{0,05}$ |
|----------------------------------------------------|----------------|-------|-------|------------|----------------|-------|-------|------------|
| Dávka K (kg/ha)                                    | 0              | 166   | 332   |            | 0              | 166   | 332   |            |
| Výnos chrástu (t/ha)                               | 49,30          | 54,60 | 54,10 | 6,20       | 61,60          | 66,40 | 66,80 | 6,20       |
| Výnos kořene (t/ha)                                | 70,20          | 68,70 | 68,50 | 5,30       | 55,00          | 54,70 | 54,50 | 2,00       |
| Výnos sušiny (t/ha)                                | 21,20          | 22,50 | 22,10 | 1,70       | 19,70          | 20,40 | 20,10 | 0,80       |
| Cukernatost (%)                                    | 15,01          | 15,31 | 15,38 | 0,38       | 15,09          | 15,11 | 14,98 | 0,35       |
| Výnos cukru (t/ha)                                 | 10,54          | 10,54 | 10,54 | 0,91       | 8,27           | 8,27  | 8,16  | 0,38       |
| K v kořenech (mval/100 g)                          | 4,41           | 5,02  | 5,36  | 0,73       | 5,19           | 6,69  | 7,42  | 1,00       |
| Na v kořenech (mval/100 g)                         | 0,59           | 0,56  | 0,55  | 0,10       | 1,25           | 1,15  | 1,12  | 0,10       |
| $\alpha$ -NH <sub>2</sub> -N v kořenech (mg/100 g) | 20,70          | 19,30 | 17,80 | 2,40       | 38,00          | 38,20 | 38,60 | 4,00       |
| Výtěžnost rafinády (%)                             | 12,87          | 12,97 | 12,93 | 0,33       | 12,33          | 11,88 | 11,51 | 0,68       |
| Výnos rafinády (t/ha)                              | 9,03           | 8,91  | 8,86  | 0,75       | 6,77           | 6,50  | 6,27  | 0,46       |
| Suchá hmota mladých rostlin (g/rostl.)*            | 0,59           | 0,64  | 0,63  | 0,10       | 0,87           | 0,81  | 0,87  | 0,13       |
| K v mladých rostlinách (%)*                        | 6,55           | 7,39  | 7,47  | 0,52       | 8,08           | 8,85  | 8,82  | 0,49       |
| Odběr K chrástem (kg/ha)                           | 152            | 204   | 196   | 26         | 242            | 275   | 282   | 31         |
| Odběr K celkem (kg/ha)                             | 284            | 335   | 330   | 32         | 331            | 384   | 384   | 35         |

\* Hodnocení mladých rostlin cukrovky při šesti pravých listech

snížen na stanovišti Dobrovice, obsah škodlivého alfa-aminodusíku ve Smilovicích. Působení draslíku na jednotlivé znaky jakosti je tedy rozdílné jak podle stanovišť, tak podle jednotlivých znaků. Nepravidelné pozitivní (žádoucí) ovlivnění cukernatosti, obsahu sodíku a alfa-aminodusíku se konfrontuje s pravidelným nežádoucím růstem obsahu draslíku v kořenech. Integrálně měřená jakost výtěžnosti rafinády není pak ovlivněna na lehké půdě a je významně snížena na těžké půdě. Podobná situace je u integrálního ukazatele hospodářského výnosu — u výnosu rafinády. Na lehké půdě zůstává v celém intervalu použitých dávek výnos rafinády stejný, na půdě těžké (v Dobrovinci) je vysokou dávkou draslíku 332 kg/ha významně snižován (o 0,50 t/ha).

Pro praktické hodnocení vlivu draslíku na cukrovku je dnes bezesporu nejdůležitější výnos polarizačního cukru (představující tržní produkci pro pěstitele) a výnos rafinády (představující produkci cukrovarnického průmyslu). Přehled o ovlivnění těchto dvou znaků draselným hnojením na více stanovištích a v řadě ročníků podávají tab. III a IV. Je možné očekávat, že vliv hnojení bude souviset se zásobou draslíku v půdě, proto je v tabulkách uvedeno její hodnocení. Použili jsme kvalitativního slovního hodnocení, neboť je v něm současně zahrnut obsah jílových minerálů, který se na jednotlivých stanovištích velmi odlišoval.

Výnos polarizačního cukru (tab. III) nebyl draselným hnojením signifikantně ovlivněn ani v jediném případě. Bez ohledu na zásobu draslíku v půdě zůstávají zjištěné difference hluboko pod hraniční hodnotou významného rozdílu. I v průměru všech 14 pokusů je výnos pola-

| Stanoviště | Ročník | Hodnocení*<br>zásoby K | Dávka K (kg/ha) |       |       | $P_{0,05}$ |
|------------|--------|------------------------|-----------------|-------|-------|------------|
|            |        |                        | 0               | 166   | 332   |            |
| Smilovice  | 1977   | dobrá                  | 10,54           | 10,54 | 10,54 | 0,91       |
| Bezno      | 1977   | střední                | 9,27            | 9,53  | 9,42  | 0,60       |
| Dobrovice  | 1977   | dobrá                  | 8,27            | 8,27  | 8,16  | 0,38       |
| Smilovice  | 1978   | dobrá                  | 9,88            | 10,20 | 10,32 | 0,83       |
| Bezno      | 1978   | střední                | 10,07           | 10,24 | 9,90  | 0,48       |
| Smilovice  | 1979   | dobrá                  | 6,38            | 6,81  | 6,45  | 1,58       |
| Semčice    | 1979   | střední                | 9,09            | 9,17  | 9,55  | 0,65       |
| Smilovice  | 1980   | dobrá                  | 8,09            | 8,14  | 8,15  | 0,77       |
| Bezno      | 1980   | dobrá                  | 8,98            | 8,62  | 8,37  | 1,17       |
| Semčice    | 1980   | vysoká                 | 7,16            | 6,75  | 6,53  | 1,28       |
| Bezno      | 1981   | střední                | 5,89            | 6,23  | 6,28  | 0,56       |
| Kralice    | 1981   | nízká                  | 5,72            | 5,67  | 5,25  | 0,84       |
| Bedihošť   | 1981   | střední                | 5,08            | 5,06  | 5,22  | 0,45       |
| Bezno      | 1984   | nízká                  | 7,93            | 7,80  | 7,99  | 0,69       |
| $\bar{x}$  | —      | —                      | 7,85            | 7,89  | 7,85  | —          |

\* Hodnocení podle Neuberga (1985)

rizačního cukru na všech třech úrovních hnojení stejný. U výnosu rafinády (tab. IV) došlo k významnému ovlivnění pouze v případě Dobrovice 1977. Výnos rafinády byl dávkou draslíku 332 kg/ha oproti nehnójené kontrole významně snížen. U ostatních případů, bez ohledu na půdní zásobu draslíku, zůstává výnos rafinády neovlivněn. Je ovšem nutné připomenout, že v případech Kralice 1981 a Bezno 1984, kde byla nízká zásoba draslíku v půdě, bylo dosaženo poměrně nízké výnosové úrovně.

Snížení výnosu rafinády v případě Dobrovice 1977 je způsobeno nižší výtěžností, která je ovlivněna vzestupem obsahu draslíku v kořenech (tab. I). Tab. V proto udává přehled všech pokusů, ve kterých byl obsah draslíku v kořenech zjišťován. Obsah draslíku vlivem hnojení vždy roste a v osmi případech z 11 je nárůst signifikantní. Jestliže tedy v rozsahu zkoumaných podmínek nedochází draselným hnojením k pozitivnímu ovlivnění biologického výnosu cukru (tab. III), pak obsah draslíku v kořenech představuje téměř vždy potenciální nebezpečí pro výnos rafinády.

Vedle vlivu přímého draselného hnojení jsme zkoumali vliv zásoby draslíku v půdě na výnos rafinády. Výsledek ukazuje obr. 1. Výnosy rafinády kolísají v širokém rozmezí od 4 do 11 t/ha. Při malé zásobě draslíku byly hodnoceny pouze čtyři, resp. pět případů (jeden je na hranici) a výnosy jsou zde nižší. U dalších tří kategorií není ovšem zřejmá jakákoli tendence. Pro přesné hodnocení jsme případy z obr. 1 shrnuli



IV. Vliv draselného hnojení na výnos rafinády (t/ha) — The effect of potassium fertilization on the yield of refined sugar (t per ha)

| Stanoviště | Ročník | Hodnocení zásoby K | Dávka K (kg/ha) |      |      | $P_{0,05}$ |
|------------|--------|--------------------|-----------------|------|------|------------|
|            |        |                    | 0               | 166  | 332  |            |
| Smilovice  | 1977   | dobrá              | 9,03            | 8,91 | 8,86 | 0,75       |
| Bezno      | 1977   | střední            | 7,57            | 7,71 | 7,61 | 0,53       |
| Dobrovice  | 1977   | dobrá              | 6,77            | 6,50 | 6,27 | 0,46       |
| Smilovice  | 1978   | dobrá              | 8,37            | 8,57 | 8,69 | 0,74       |
| Bezno      | 1978   | střední            | 8,01            | 8,16 | 7,85 | 0,38       |
| Smilovice  | 1979   | dobrá              | 5,46            | 5,82 | 5,39 | 1,44       |
| Semčice    | 1979   | střední            | 7,80            | 7,68 | 7,73 | 0,77       |
| Smilovice  | 1980   | dobrá              | 7,21            | 7,19 | 7,19 | 0,68       |
| Bezno      | 1980   | dobrá              | 7,47            | 7,24 | 7,06 | 0,98       |
| Semčice    | 1980   | vysoká             | 5,96            | 5,58 | 5,40 | 1,25       |
| Bezno      | 1981   | střední            | 4,78            | 5,08 | 5,12 | 0,52       |
| Kralice    | 1981   | nízká              | 4,12            | 3,95 | 3,64 | 0,74       |
| Bedihošť   | 1981   | střední            | 3,80            | 3,86 | 4,03 | 0,45       |
| Bezno      | 1984   | nízká              | 6,80            | 6,56 | 6,61 | 0,62       |
| $\bar{x}$  | —      | —                  | 6,49            | 6,48 | 6,83 | —          |

V. Vliv draselného hnojení na obsah draslíku v digesční šťávě cukrovky (mval/100 g) — The effect of potassium fertilization on the content of potassium in the digestion sap of sugar beet (mval per 100 g)

| Stanoviště* | Ročník | Hodnocení zásoby K | Dávka K (kg/ha) |      |      | $P_{0,05}$ |
|-------------|--------|--------------------|-----------------|------|------|------------|
|             |        |                    | 0               | 166  | 332  |            |
| Smilovice   | 1977   | dobrá              | 4,41            | 5,02 | 5,36 | 0,73       |
| Bezno       | 1977   | střední            | 3,13            | 3,46 | 3,47 | 0,54       |
| Dobrovice   | 1977   | dobrá              | 5,19            | 6,69 | 7,42 | 1,00       |
| Smilovice   | 1979   | dobrá              | 3,54            | 4,19 | 5,05 | 0,71       |
| Semčice     | 1979   | střední            | 4,75            | 6,25 | 7,13 | 1,34       |
| Smilovice   | 1980   | dobrá              | 3,90            | 4,27 | 4,46 | 0,49       |
| Bezno       | 1980   | dobrá              | 4,67            | 4,90 | 5,07 | 0,51       |
| Semčice     | 1980   | vysoká             | 6,16            | 6,44 | 6,70 | 0,74       |
| Bezno       | 1981   | střední            | 5,09            | 5,48 | 5,62 | 0,54       |
| Semčice     | 1981   | střední            | 5,34            | 6,23 | 6,56 | 0,95       |
| Bezno       | 1984   | nízká              | 4,87            | 5,17 | 5,41 | 0,47       |
| $\bar{x}$   | —      | —                  | 4,65            | 5,28 | 5,66 | —          |

\* Oproti tab. III a IV chybí údaje v případech, kdy musel být z technických důvodů stanoven místo obsahu draslíku a sodíku obsah konduktometrického popela.

VI. Vliv půdní zásoby draslíku na výnos rafinády (zpracováno na základě hodnot obr. 1) — The effect of the reserve of soil potassium on the yield of refined sugar (data taken from Fig. 1)

| Zásoba  | Počet | $\bar{x}$<br>(t/ha) | Významnost rozdílů <sup>1)</sup> |         |       |                      |
|---------|-------|---------------------|----------------------------------|---------|-------|----------------------|
|         |       |                     | malá                             | střední | dobrá | vysoká<br>zásobenost |
| Malá    | 5     | 6,09                | —                                | *       | *     | ○                    |
| Střední | 39    | 7,47                | *                                | —       | ○     | *                    |
| Dobrá   | 41    | 7,32                | *                                | ○       | —     | *                    |
| Vysoká  | 19    | 6,52                | ○                                | *       | *     | —                    |

<sup>1)</sup> \* označuje signifikantní rozdíl na  $P_{0,95}$

○ označuje nesignifikantní rozdíl na  $P_{0,95}$

do tab. VI a testovali významnost rozdílů  $t$ -testem. Nenalezli jsme významný rozdíl mezi střední a dobrou zásobou draslíku. Rovněž nebyl zjištěn rozdíl mezi zásobou malou a vysokou. Naopak střední a dobrá zásoba dává významně vyšší výnos rafinády než malá i vysoká zásoba.

Z uvedeného vyplývá, že vedle působení na výnos je u cukrovky významný též vliv na obsah draslíku v kořenech. Studovali jsme proto dále vliv půdní zásoby draslíku na tento ukazatel. Výsledek je znázorněn na obr. 2. Oproti jednoznačnému vlivu draslíku v hnojivech (tab. V) je vliv půdní zásoby draslíku velmi neurčitý. Bodové pole naměřených hodnot je jen poněkud protaženo ve směru vyšších obsahů draslíku v kořenech při vyšší zásobě. Např. při dobré zásobě se vyskytují obsahy draslíku v kořenech od 3,5 do 9 mval/100 g. Průměrný obsah draslíku při středně zásobené půdě je 5,64 mval, při dobré 6,05 mval a při vysoké 6,26 mval. Rozdíl mezi střední a vysokou zásobou je signifikantní na  $P_{0,95}$ .

## DISKUSE

Nejzávažnějším zjištěním je, že hnojení draslíkem nezvyšovalo nikdy výnos cukru a že střední zásoba draslíku v půdě zajišťovala přinejmenším stejné výnosy rafinády jako zásoba dobrá a vysoká. Z toho vyplývá, že na úrovni střední zásoby by mělo hnojení pouze udržovat vyrovnanou bilanci; při dobré a vysoké zásobě je podle těchto výsledků jakékoliv hnojení draslíkem nerentabilní. Tento závěr se zdá příliš kategorický, koresponduje však se závěry, které zveřejnil Schachtschabel (1985). Baier (1986) našel na středních půdách parabolickou závislost výnosu kořene cukrovky na zásobě  $y = 12,30 + 0,51x - 0,00154x^2$ , tzn. s maximem kolem 150 mg/kg půdy, rovněž tedy v oblasti střední zásoby. Jak uvádí Strnad (1975), nedošlo při vyloučení draselného hnojení a snížení zásoby draslíku z 220 na 180 mg/kg, tj. na hranici střední zásoby, ke zhoršení výnosové relace na draslíkem hnojenou variantu.

Stávající hodnocení malé zásoby jsme mohli potvrdit a ačkoliv ani v tomto případě nemělo stupňované hnojení draslíkem za následek přírůstek výnosu, ukázalo se výhodné převést tyto půdy pozitivní bilanci

draselného hnojení do kategorie střední zásoby, kde byl výnos rafinády významně vyšší. Frekvence výskytu malé zásoby draslíku v půdě je však v čs. řepařské oblasti zřejmě velmi nízká.

Při vysoké zásobě draslíku jsme zjistili nižší výnos rafinády než při zásobě dobré. Domníváme se však, že toto snížení zdaleka nemusí být v jednoduchém kauzálním vztahu k zásobě draslíku. Vysoké zásoby draslíku se vzhledem k půdotvornému substrátu přirozeně vyskytují na těžších půdách. Tyto půdy jsou náchylné k utužování při pojezdech těžkých mechanizačních prostředků. Utužení snižuje výnosy a export živin, jmenovitě draslíku. Pokud není v systému hnojení brán ohled na výnosovou úroveň, dochází na takových půdách k dalšímu zvyšování zásoby draslíku a k nálezu negativní korelace mezi zásobou a výnosem.

Na základě našich výsledků nenacházíme také doklady k potvrzení hypotézy o narušení procesu fotosyntézy, resp. tvorby sacharidů při vysoké zásobě draslíku (Královič, 1984). Vlivem vysokého draselného hnojení došlo jen jednou ke snížení výnosu rafinády a příčina snížení nebyla v tvorbě biologického výnosu, nýbrž ve zhoršených předpokladech pro cukrovarnické zpracování. Naopak v několika případech se projevovala tendence k vyšší cukernatosti vlivem draselného hnojení. Tuto tendenci popisuje obsáhle Loué (1983) a Chochola (1984).

Pro praktické hnojení draslíkem má velký význam zřetelná závislost mezi hnojením draslíkem a obsahem draslíku v kořenech jako znak technologické jakosti. Podobná závislost byla prokázána pro zásobu draslíku v půdě. Pro technologickou jakost cukrovky je proto nevhodné předzásobní hnojení draslíkem a je zde další důvod k preferenci střední zásoby draslíku v půdě. Při stejném hodnocení zásoby byl obsah draslíku v kořenech na těžké půdě podstatně vyšší než na půdě lehké. Vztah mezi zásobou draslíku a obsahem draslíku v kořenech měl veliký rozptyl, byl velmi neurčitě vyjádřen ve srovnání s vlivem přímého draselného hnojení. Tyto skutečnosti ukazují, že stanovení přijatelného draslíku v půdě podle Schachtschabela není vždy dostatečně přesné. Považujeme proto za účelné doplňovat tuto metodu metodami dalšími, např. stanovením kationtové výměnné kapacity (Matula, 1984) či metodou elektroultrafiltrace (Németh, 1976).

## Literatura

BAIER, J.: Zásoba draslíku v půdě a výnosy cukrovky. Rostl. Vyr., 32, 1986, č. 6, s. 579-585.

DRAYCOTT, A. P. — DURRANT, M. J.: Response by sugar beet to potassium fertilizers particularly in relation to soils containing little exchangeable potassium. J. agric. Sci. (Cambridge), 87, 1976, s. 105-112.

CHOCHOLA, J.: Vlivy fosforu a kaliumu na urožaj i kvalitu sachariny. In: Sbor. Tr. VIUA, Moskva, 1984, s. 31-48.

CHOCHOLA, J.: Srovnání obsahu melasotvorných látek mezi ČSR a některými západoevropskými zeměmi. Listy cukrov., 104, 1988, č. 6, s. 135-137.

KRÁLOVIČ, J.: Vliv obsahu draslíku v půdách na tvorbu a kvalitu výnosů. Úroda, 32, 1984, č. 8, s. 375-376.

LOUÉ, A.: Le potassium et la betterave sucrière. Dossier K<sub>2</sub>O, décembre 1983.

MATULA, J.: Kationtová výměnná kapacita půdy a její využití ke hnojení. Agrochémia, 11, 1984, s. 333-337.

NĚMETH, K.: Die effektive und potentielle Nährstoffverfügbarkeit im Boden und ihre Bestimmung mit Elektroultrafiltration (EUF). [Habilitation.] Gießen 1976, Justus Liebig Univ.

NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin na léta 1986—1990. Praha, ÚVTIZ 1985.

REINEFELD, E. — EMMERICH, A. — BAUMGARTEN, G.: Zur Voraussage des Mollassezuckers aus Rübenanalysen. Zucker, 27, 1974, s. 2-5.

SCHACHTSCHABEL, P.: Beziehung zwischen dem durch K-Düngung erzielbaren Mehrertrag und dem K-Gehalt der Böden nach Feldversuchen in der Bundesrepublik Deutschland. Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde, 148, 1985, č. 4, s. 439-458.

STRNAD, P.: Vliv zásoby draslíku a draselného hnojení na výnosy plodin na černozemí. Rostl. Výr., 21, 1975, č. 7, s. 753-760.

Došlo dne 4. 1. 1989

ХОХОЛА, Я. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт свекловодства, Семчице): Влияние калия на урожай и качество сахарной свеклы. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 575-584.

В опытах со ступенчатыми дозами удобрения калием устанавливали урожай и качество сахарной свеклы. Далее в совокупности измерений урожая сахарной свеклы и содержания калия в почве по Шахтшабелу определяли влияние запаса калия на сахарную свеклу. Калийное удобрение прежде всего влияло на поступление калия, увеличивало его потребление урожаем и увеличивало содержание патокообразного калия в корнях сахарной свеклы. Урожай рафинада в одном из четырнадцати опытов был сигнификантно калийным удобрением понижен. Не установили зависимость эффективности калийного удобрения на запас калия в почве. При низком и высоком запасе калия в почве установили понижение урожая рафинада. С запасом калия в почве увеличивалось содержание патокообразного калия в корнях. На установили разницы в урожаях рафинада между средним и хорошим запасом (т.е. между интервалами 80—130 и 131—200 мг/кг на легких почвах, 110—140 и 171—250 мг/кг на средних почвах и 140—220 и 221—330 мг/кг на тяжелых почвах). Обсуждают способ удобрения сахарной свеклы и рекомендуют поддерживать удобрением выравненный баланс при среднем запасе.

сахарная свекла; калий; удобрение; почвенный запас калия; качество сахарной свеклы

CHOCHOLA, J. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Beet Growing, Semčice): Effect of Potassium on Sugar Beet Yield and Quality. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 575-584.

Trials were performed with gradated potassium fertilization to determine the yield and quality of sugar-beet. Further, the effect of potassium reserve on sugar beet was determined on the basis of a set of measurements of sugar beet yields and soil potassium content after Schachtschabel. Potassium fertilization influenced potassium uptake by the crop and raised the content of molasses-forming potassium in sugar beet roots. On the other hand, it had no effect on the yield of leaves, roots, and high-polarization sugar. Refined sugar yield was significantly reduced by potassium fertilization in one of the fourteen trials. The effect of potassium fertilization was not observed to depend on potassium reserve in the soil. Refined sugar yield declined whether the soil potassium reserve was high or low. The content of molasses-forming potassium in roots increased with higher soil potassium reserves. There was no difference in refined sugar yield between a medium and good reserve (i. e. between the intervals of 80 to 130 and 131 to 200 mg per kg on light-textured soils, 110 to 140 and 171 to 250 mg per kg on medium-textured soils, and 140 to 220 and 221 to 330 mg per kg on light soils). The method of sugar beet fertilization is discussed and it is proposed to apply fertilizers to keep a good balance at a medium reserve.

sugar beet; potassium; fertilization; soil potassium reserve; sugar beet quality

CHOCHOLA, J. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Zuckerrübenanbau, Semčice): *Einfluss des Kaliums auf den Ertrag und die Qualität der Zuckerrübe*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 575-584.

Bei unseren Versuchen mit gesteigerter K-Düngung untersuchten wir den Einfluss der K-Düngung auf den Ertrag und die Qualität der Zuckerrübe. Ferner untersuchten wir anhand von Messungen des Zuckerrübenenertrages und des K-Gehaltes des Bodens nach Schachtschabel den Einfluss des K-Vorrates auf die Zuckerrübe. Die K-Düngung beeinflusste die K-Aufnahme, steigerte den K-Entzug mit dem Ertrag und steigerte auch den Gehalt der Zuckerrübenwurzel an melassebildendem K. Sie wirkte sich hingegen nicht aus auf den Ertrag von Rübenblatt, Wurzel und Polarisationszucker. Der Ertrag von Raffinade wurde durch die K-Düngung bei einem der 14 Versuche signifikant herabgesetzt. Es konnte keine Abhängigkeit der Wirkung der K-Düngung vom K-Bodenvorrat nachgewiesen werden. Bei einem niedrigen oder hohen K-Bodenvorrat wurde ein Abfall des Raffinadeertrages festgestellt. Mit dem zunehmenden K-Bodenvorrat nahm auch der Gehalt der Wurzeln an melassebildendem Kalium zu. Es wurde kein Unterschied im Raffinadeertrag zwischen dem mittleren und gutem Vorrat festgestellt (d. h. zwischen den Intervallen von 80 bis 130 und 131 bis 200 mg/kg auf Leichtböden, von 110 bis 140 und 171 bis 250 mg/kg auf mittleren Böden und von 140 bis 220 und 221 bis 330 mg/kg auf Schwerböden). Es wird die Zuckerrübendüngungsmethode diskutiert und gleichzeitig wird auch empfohlen, auf dem Wege der Düngung eine aus geglichene Bilanz beim mittleren Vorrat aufrechtzuerhalten.

Zuckerrübe; Kalium; Düngung; K-Bodenvorrat; Zuckerrübenqualität

---

Adresa autora:

Ing. Jaromír Chochola, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav řepařský, 294 46 Semčice

---



# VZTAH MEZI VÝŽIVOU DRASLÍKEM A REAKCÍ JEČMENE NA NEPŘÍZNIVÉ PODMÍNKY ZÁSOBENÍ VODOU

M. Smetánková, J. Haberle

---

SMETÁNKOVÁ, M. — HABERLE, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Vztah mezi výživou draslíkem a reakcí ječmene na nepříznivé podmínky zásobení vodou*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 585-594.

V nádobových pokusech s ječmenem jarním (*Hordeum vulgare* L.) odrůdy Zenit (KM 123) byly při vláhovém deficitu odběr draslíku rostlinami i výnosy zrna a slámy nižší při nízké zásobenosti půdy draslíkem a vysoké fixační mohutnosti půdy než při dostatku draslíku. Dodání draslíku před výsevem omezilo dopad krátkodobého nedostatku i nadbytku vody ve fázi F 6 až F 8/9 na příjem draslíku i dalších živin a zvýšilo výkonnost kořenů, vyjádřenou odběrem živin na jednotku jejich hmotnosti. Nepříznivé podmínky zásobení vodou ve fázi F 4 až F 5/6 měly výraznější vliv na pokles produkce nadzemních částí i kořenů než v pozdějších fázích.

ječmen jarní; nádobové pokusy; vláhový režim; příjem draslíku; kořeny

---

Nepříznivý dopad výkyvů v zásobení rostlin vodou na produkční proces závisí jak na délce a intenzitě jejich působení v příslušných ekologických podmínkách, tak i na odolnosti rostlin. Obilniny jsou citlivé na vláhový deficit především v době intenzivního vegetativního vývoje a dále v době květu (Boyer, Mc Pherson, 1975); citlivost na převlhčení půdy je všeobecně nejvyšší v raných stadiích a klesá se stářím rostlin (Meyer, Barrs, 1988). Kromě přímého vlivu na fotosyntetickou produkci ovlivňuje jak nedostatek, tak i nadbytek vody v půdě příjem živin rostlinami tím, že působí na jejich translokaci v půdě (Mengel, 1985) a na růst a příjmovou kapacitu kořenů (Erdmann et al., 1986; Sharma, Swarup, 1988). Je známo, že draslík má vliv na vodní provoz rostlin, neboť se účastní regulace příjmu, translokace i výdeje vody (Mengel, Kirkby, 1980). Detailní studie se zabývaly souvislostmi mezi půdní vláhou, difúzí draslíku, růstem kořenů, translokací živin a vody v rostlinách, transpirací a příjmem draslíku (Mackay, Barber, 1985; Walker, Richards, 1985; Tanguilig et al., 1987). Závěry o vztahu výživy rostlin draslíkem k odolnosti vůči nepříznivým podmínkám zásobení vodou nejsou jednoznačné.

Nádobové pokusy s jarním ječmenem byly zaměřeny na studium reakce ječmene na deficit a nadbytek vody ve vztahu ke stavu jejich zásobenosti draslíkem z půdy a dodaných hnojiv.

I. Charakteristika pokusů a zemin použitých v nádobových pokusech v letech 1985, 1987 a 1988 — Characteristics of trials and soils used in the pot trials in 1985, 1987 and 1988

| Ročník | Zemina  | Původ zeminy                            | Agrochemické vlastnosti* |                          |                                    |     |    | Charakteristika pokusu                                       |
|--------|---------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----|----|--------------------------------------------------------------|
|        |         |                                         | pH <sub>vým</sub>        | CaCO <sub>3</sub><br>(%) | P                                  | K   | Mg |                                                              |
|        |         |                                         |                          |                          | přístupný (mg . kg <sup>-1</sup> ) |     |    |                                                              |
| 1985   | Čáslav  | stacionární pokusy VOP, nehnojený okraj | 6,8                      | 0                        | 25                                 | 88  | 97 | vliv půdní zásoby K při deficitu vody                        |
|        | Lukavec |                                         | 5,7                      | 0                        | 17                                 | 178 | 97 |                                                              |
| 1987   | Ruzyně  | kontrolní stanoviště 1986               | 7,2                      | 0,2                      | 255                                | 424 | 93 | vliv půdní zásoby a hnojení K při nedostatku a nadbytku vody |
| 1988   | Hadačka | pokus s P-hnojením, směsný vzorek       | 6,7                      | 0                        | 27                                 | 92  | 97 |                                                              |

\* Rozbor provedl ÚKZÚZ Liberec

## MATERIÁL A METODA

Nádobové pokusy s jarním ječmenem odrůdy Zenit (v roce 1985 dosud nšl. KM 123) byly provedeny v Mitscherlichových nádobách ve směsi zeminy (< 5 mm) a sklářského písku (< 5 mm) v poměru 4:2 kg ve vegetační hale VÚRV Praha — Ruzyně. Základní charakteristiku zemin a pokusů provedených v roce 1985, 1987 a 1988 uvádí tab. I. Podrobnější údaje o formách draslíku a schopnosti fixace draslíku v zeminách použitých pro pokus v roce 1985 uvádějí Vopěnka, Smetánková (1986).

Před výsevem rostlin (9. 4. 1985, 15. 4. 1987 a 8. 4. 1988) v počtu 40 obilek na nádobu bylo dodáno diferencované hnojení ve formě roztoků NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KCl a v pevné formě Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O. V letech 1985 a 1987 byla dávka dusíku dodána ve výši 1,2 g na nádobu, draslíku 1,2 g na nádobu a fosforu 0,6 g na nádobu. V roce 1988 byly dávky zvýšeny na 1,8 g dusíku; 1,8 g draslíku a 0,9 g fosforu na nádobu.

II. Množství závlivkové vody na variantách s diferencovaným vláhovým režimem v nádobových pokusech s ječmenem jarním v letech 1985, 1987 a 1988 — The rates of irrigation water in treatments with differentiated moisture regimes in pot trials with spring barley in 1985, 1987 and 1988

| Ročník | Podmínky                                          | Doba trvání deficitu — nadbytku | Dávka vody za dobu deficitu (ml na nádobu) |           |                     |
|--------|---------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|-----------|---------------------|
|        |                                                   |                                 | optimální                                  | minimální | maximální           |
| 1985   | dlouhodobý vláhový deficit                        | 12. 5. — 16. 7. (65 dní)        | 15 350                                     | 6550      | —                   |
| 1987   | krátkodobý deficit a nadbytek vody (F 6 až F 8/9) | 26. 5. — 8. 6. (13 dní)         | 3 700                                      | 1500      | průběžné doplňování |
| 1988   | krátkodobý deficit a nadbytek vody (F 4 až F 5/6) | 13. 5. — 23. 5. (10 dní)        | 3 400                                      | 500       | průběžné doplňování |

dobu. Hnojení draslíkem bylo v tomto roce dodáno též po skončení diferencované závlivky.

Závlivka deionizovanou vodou byla zajištěna následujícím způsobem: optimální zásobení vodou odpovídalo závlivce na plnou vodní kapacitu, přičemž nadbytečná voda se jímala do misek. Dlouhodobý vláhvový deficit byl zajišťován tak, že do nádob byly v průběhu vegetace dodávány dávky odpovídající 50 % optima vždy v době počátku trvalého vadnutí (pokud se v ranních hodinách neobnovil turgor listů). Krátkodobé deficity byly v roce 1987 a 1986 realizovány obdobně, avšak s menším množstvím závlivkové vody (20 až 30 % optima) v souladu s nižší spotřebou vody v raných fázích vývoje rostlin. Množství vody dodané za dobu diferencované závlivky uvádí tab. II.

Nadbytek vody se zajišťoval ponořením vegetačních nádob do pytlů z PVC naplněných vodou, která byla po skončení a obnovení původního optimálního vláhvového režimu spotřebována při závlivce.

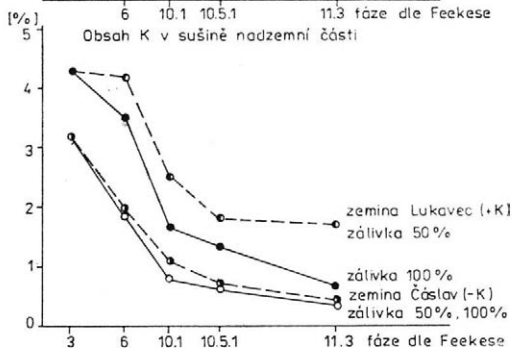
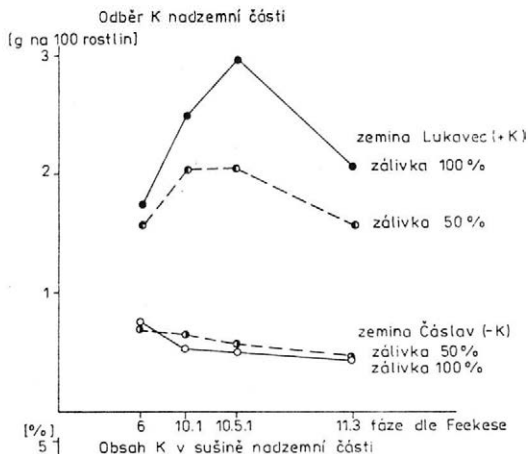
V průběhu vegetace se odebíraly nadzemní části rostlin vždy ze dvou nádob (opakování) téže varianty, s výjimkou prvního odběru v době snižování počtu rostlin v nádobách na 20, který byl směsný ze všech nádob (opakování) téže varianty. Kořeny se izolovaly z půdy ihned po odběru nadzemních částí rostlin vyplavovací metodou (Haberle, 1986). Výnos sušiny zrna a slámy se stanovil ve čtyřech opakováních. Nadzemní část rostlin se homogenizovala a analyzovala standardními metodami na celkový obsah dusíku (podle Kjeldahla), fosforu a hořčíku (kolorimetricky), draslíku a sodíku (plamenovou fotometrií) a vápníku (komplexometrickou titrací) v Zemědělské laboratoři Stříbro (Javorský a kol., 1983).

## VÝSLEDKY

Srovnání vlivu dlouhodobého vláhvového deficitu při různé zásobě draslíku v půdě, provedené v nádobovém pokusu s ječmenem jarním nšl. KM 123 v roce 1985 ukázalo, že při vyšší hladině draslíku v půdě a menší fixační mohutnosti půdy (zemina Lukavec) dosahovaly rostliny výrazně vyšších koncentrací draslíku v sušině a odebíraly více draslíku než při nízké hladině a vysoké fixační mohutnosti půdy (zemina Čáslav). V zemině nedostatečně zásobené draslíkem příjem draslíku stagnoval a koncentrace draslíku v sušině nadzemních částí rostlin klesaly až k hodnotám pod 1 % (obr. 1).

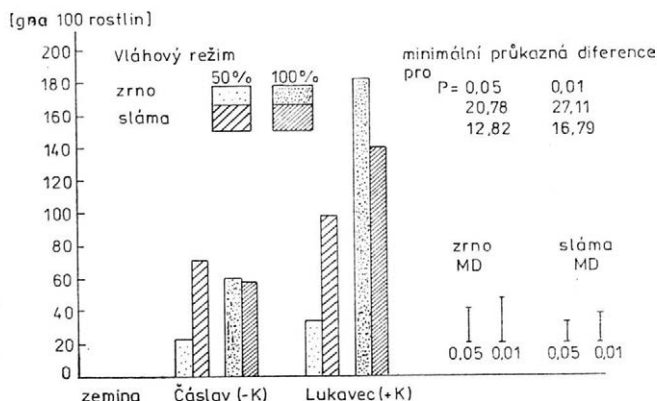
III. Zásobenost ječmene jarního draslíkem při různém hnojení draslíkem před diferenciací závlivky; nádobový pokus 1987, odrůda Zenit — Potassium reserve available to spring barley at different potassium fertilization treatment before the differentiation of irrigation; pot trial 1987, Zenit variety

| Varianta                                                  | Datum  | F | Obsah K v sušině nadzemní části (%) | Odběr K nadzemní částí rostlin (g na 100 rostlin) | Hmotnost sušiny nadzemní částí (g na 100 rostlin) |
|-----------------------------------------------------------|--------|---|-------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| NP                                                        | 11. 5. | 2 | 6,01                                | 0,59                                              | 9,8                                               |
|                                                           | 20. 5. | 5 | 5,98                                | 1,66                                              | 27,8                                              |
|                                                           | 25. 5. | 6 | 5,61                                | 2,24                                              | 39,9                                              |
| NPK                                                       | 11. 5. | 2 | 5,95                                | 0,54                                              | 9,0                                               |
|                                                           | 20. 5. | 5 | 6,04                                | 1,80                                              | 29,8                                              |
|                                                           | 25. 5. | 6 | 5,67                                | 2,36                                              | 41,6                                              |
| Minimální průkazná diference MD<br>pro $P = 0,05 = 0,291$ |        |   |                                     | —                                                 | 3,60                                              |



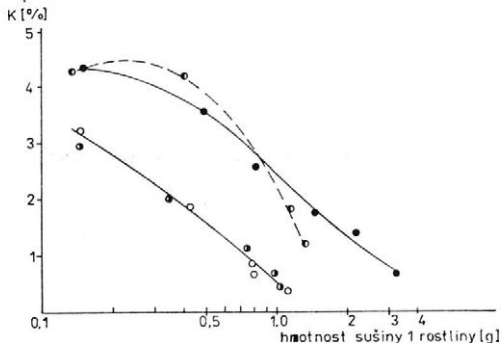
1. Reakce ječmene na dlouhodobý vláhový deficit při různé zásobě draslíku v půdě; nádobový pokus 1985, ječmen jarní KM 123, varianta NP — Response of barley to long-term moisture deficit at different reserves of soil potassium; pot trial 1985, KM 123 spring barley, NP treatment

8. Vliv dlouhodobého vláhového deficitu na výnosy zrna a slámy při různé zásobě draslíku v půdě; nádobový pokus 1985, ječmen jarní KM 123 — Effect of long-term moisture deficit on grain and straw yields at different soil potassium reserves; pot trial 1985, KM 123 spring barley



Optimální podmínky zásobení vodou měly pozitivní vliv na odběr živin pouze v zemině dostatečně zásobené draslíkem, jak je zřejmé z průběhu koncentračních křivek draslíku (obr. 2). Srovnání výše dosažených výnosů v době zralosti ukazuje též na výraznější vliv příznivých vláhových podmínek v zemině s dobrou zásobou draslíku (obr. 3).

Vliv diferencovaného hnojení draslíkem, který byl sledován v nádobovém pokusu 1987 a 1988, se projevil ve fázi F 5 a F 6 ještě před zahá-



2. Vliv dlouhodobého vláhového deficitu na průběh koncentračních křivek draslíku u ječmene jarního při různé zásobě draslíku v půdě; nádobový pokus 1985, ječmen jarní KM 123, varianta NP — Effect of long-term moisture deficit on the potassium concentration curves in spring barley at different soil potassium reserves; pot trial 1985, KM 123 spring barley, NP treatment

závlivka 50 %:

zemina Lukavec (+K) ●  
zemina Čáslav (-K) ○

závlivka 100 %:

zemina Lukavec ●  
zemina Čáslav ○

IV. Dopad nepříznivých vláhových podmínek při různém hnojení draslíkem na zásobenost rostlin draslíkem, odběr draslíku a výnosy sušiny v době metání (F 10.3; 19.6); nádobový pokus 1987, odrůda Zenit — The effect of unfavourable moisture conditions at different potassium fertilization treatment on the availability of potassium to plants, potassium uptake by the plants, and dry matter yields at heading stage (F 10.3; 19.6); pot trial 1987, Zenit variety

| Varianta hnojení  | Vláhový režim | Obsah K v sušině nadzemní části (%) | Odběr K nadzemní části (g na 100 rostlin) | Výnos sušiny (g na 100 rostlin) |        |
|-------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|--------|
|                   |               |                                     |                                           | nadzemní část                   | kořeny |
| NP                | optimální     | 2,5                                 | 5,84                                      | 233,5                           | 37,6   |
|                   | minimální     | 2,9                                 | 4,16                                      | 144,0                           | 38,4   |
|                   | maximální     | 2,2                                 | 4,69                                      | 214,2                           | 31,7   |
| NPK               | optimální     | 2,8                                 | 6,61                                      | 239,7                           | 37,8   |
|                   | minimální     | 3,2                                 | 4,70                                      | 146,0                           | 35,2   |
|                   | maximální     | 2,7                                 | 6,00                                      | 224,2                           | 28,2   |
| MD pro $P = 0,05$ |               | 0,779                               | —                                         | 41,08                           | 10,78  |

jením krátkodobého deficitu a nadbytku vody na obsahu draslíku v sušině rostlin, výši odběru draslíku a hmotnosti sušiny rostlin (tab. III).

Vláhový deficit od fáze F 6 do F 8/9 se v době metání (F 10.3) projevila snížením odběru draslíku a výnosů nadzemních částí rostlin a většínou i kořenů, s výjimkou varianty NP (tab. IV). Redukce výnosu i odběru draslíku byla vyšší při vláhovém deficitu než při nadbytku vody. Dodání draslíku na variantě NPK vedlo ke zmírnění negativního dopadu nadbytku vody nejen na příjem draslíku, ale i na příjem dusíku, fosforu, sodíku a vápníku. Rovněž pokles příjmu uvedených prvků v důsledku vláhového deficitu byl zmírněn hnojením draslíkem (tab. V).

Hodnocení hmotnosti kořenů a příjmu živin před diferenciací vláhového režimu ve fázi F 5 a F 6 ukázalo, že hnojení draslíkem nezvýšilo

V. Dopad nepříznivých vláhových podmínek při různé zásobenosti rostlin draslíkem na pokles odběru živin (relativní hodnoty, odběr při optimální závlaze = 100 %); nádobový pokus 1987, odrůda Zenit, metání (F 10.3) — The effect of low moisture at different amounts of potassium available to plants on a decrease in nutrient uptake (relative values, uptake at optimum irrigation = 100 %); pot trial 1987, Zenit variety, heading stage (F 10.3)

| Varianta hnojení | Vláhový režim | Pokles odběru živin nadzemní částí rostlin (%) |       |       |       |       |       |
|------------------|---------------|------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  |               | N                                              | P     | K     | Na    | Ca    | Mg    |
| NP               | minimální     | -18,9                                          | -24,2 | -28,8 | -25,0 | -20,6 | -30,4 |
|                  | maximální     | -12,8                                          | -12,1 | -19,6 | -25,0 | + 1,6 | -21,7 |
| NPK              | minimální     | - 6,4                                          | -16,1 | -28,8 | -20,0 | -11,7 | -33,3 |
|                  | maximální     | - 1,4                                          | -10,7 | - 9,1 | -20,0 | +11,7 | -33,3 |



VI. Hmotnost kořenů a odběr živin na jednotku hmotnosti kořenů při různém hnojení draslíkem (před diferenciací závlivky); nádobový pokus 1987, odrůda Zenit — Root weight and nutrient uptake per unit of root weight at different potassium fertilization treatment (before differentiation of irrigation); pot trial 1987, Zenit variety

| Varianta        | Datum  | F | Hmotnost kořenů (g sušiny na 100 rostlin) | Odběr živin (mg na g sušiny kořenů) |             |            |            |             |            |
|-----------------|--------|---|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
|                 |        |   |                                           | N                                   | P           | K          | Na         | Ca          | Mg         |
| NP              | 20. 5. | 5 | 10,2                                      | 147                                 | 14,7        | 163        | 1,1        | 26,7        | 4,2        |
|                 | 25. 5. | 6 | 16,8                                      | 104                                 | 16,1        | 133        | 0,6        | 17,6        | 3,2        |
| NPK             | 20. 5. | 5 | 10,1                                      | <u>158</u>                          | <u>16,8</u> | <u>178</u> | <u>1,2</u> | <u>32,5</u> | <u>4,4</u> |
|                 | 25. 5. | 6 | 16,8                                      | <u>111</u>                          | <u>15,5</u> | <u>140</u> | <u>0,7</u> | <u>16,3</u> | <u>3,4</u> |
| MD pro P = 0,05 |        |   | 3,96                                      |                                     |             |            |            |             |            |

hmotnost, ale výkonnost kořenového systému, vyjádřenou odběrem živin na jednotku hmotnosti kořenů (tab. VI). Jak vláhový deficit, tak i nadbytek vody v období od fáze F 6 do fáze F 8/9 vyvolal na variantě hnojené draslíkem redukcí kořenových soustav. Odběr živin na jednotku hmotnosti kořenů byl jednoznačně méně narušen nepříznivými vláhovými režimy při dodání draslíku než při jeho deficienci na variantě NP (tab. VII).

Sledování z roku 1988 ukazuje, že nepříznivé podmínky zásobení vodou v časnějším období (F 4 až F 5/6) měly u ječmene výraznější negativní vliv na tvorbu výnosu. Dodání draslíku nejen před výsevem, ale i po ukončení krátkodobého deficitu a nadbytku vody tento negativní dopad zmírnilo (tab. VIII).

VII. Dopad nepříznivých vláhových podmínek (ve fázi F 6 — F 8/9) na tvorbu kořenů a odběr živin na jednotku hmotnosti kořenů při různém zásobení rostlin draslíkem; nádobový pokus 1987, odrůda Zenit, F 10.3; 19.6. — The effect of low moisture (at Feekes stages F 6 — F 8/9) on root formation and nutrient uptake per unit of root weight at different potassium amounts available to the plants; pot trial 1987, Zenit variety, F 10.3; 19.6

| Varianta hnojení | Vláhový režim | Hmotnost sušiny kořenů (g na 100 rostlin) | Odběr živin (mg na g sušiny kořenů) |             |            |             |             |             |
|------------------|---------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                  |               |                                           | N                                   | P           | K          | Na          | Ca          | Mg          |
| NP               | optimální     | 37,6                                      | 83,0                                | 17,6        | 155        | 1,06        | 16,7        | 6,1         |
|                  | minimální     | 38,4                                      | 65,9                                | 13,0        | 108        | 0,78        | 13,0        | 4,2         |
|                  | maximální     | 31,7                                      | 85,8                                | 18,3        | 148        | 0,95        | 20,2        | 5,7         |
| NPK              | optimální     | 37,8                                      | 73,0                                | <u>18,5</u> | <u>199</u> | 1,06        | <u>29,1</u> | <u>9,8</u>  |
|                  | minimální     | 35,2                                      | <u>75,3</u>                         | <u>13,3</u> | <u>133</u> | <u>1,14</u> | <u>15,1</u> | <u>4,5</u>  |
|                  | maximální     | 28,2                                      | <u>98,2</u>                         | <u>24,1</u> | <u>239</u> | <u>1,06</u> | <u>25,5</u> | <u>11,0</u> |
| MD pro P = 0,05  |               | 10,78                                     |                                     |             |            |             |             |             |

VIII. Dopad nepříznivých vláhových podmínek (ve fázi F 4 — F 5/6) při různém hnojení draslíkem; nádobový pokus 1988, odrůda Zenit, F 10.1 — The effect of low moisture (at Feekes stages F 4 — F 5/6) at different potassium fertilization treatment; pot trial 1988, Zenit variety, F 10.1

| Varianta hnojení  | Vláhový režim | Výnos sušiny 100 rostlin |       |        |       |
|-------------------|---------------|--------------------------|-------|--------|-------|
|                   |               | nadzemní část            |       | kořeny |       |
|                   |               | g                        | %     | g      | %     |
| NP                | optimální     | 242,0                    | 100,0 | 17,0   | 100,0 |
|                   | minimální     | 194,7                    | 80,4  | 18,8   | 111,8 |
|                   | maximální     | 114,5                    | 47,3  | 8,4    | 50,0  |
| NPK               | optimální     | 325,3                    | 100,0 | 20,3   | 100,0 |
|                   | minimální     | 260,8                    | 80,2  | 23,4   | 114,6 |
|                   | maximální     | 272,5                    | 83,7  | 34,7   | 168,3 |
| NP + K            | optimální     | 209,0                    | 100,0 | 13,4   | 100,0 |
|                   | minimální     | 267,2                    | 127,8 | 22,0   | 164,2 |
|                   | maximální     | 226,8                    | 108,5 | 16,5   | 123,1 |
| MD pro $P = 0,05$ |               | 77,3                     |       | 13,7   |       |

## DISKUSE

Vyšší odolnost ječmene vůči dlouhodobému vláhovému deficitu, patrná u rostlin lépe zásobených draslíkem z půdy s vyšším obsahem draslíku a nižší fixační mohutností, je možno vysvětlit tím, že rostliny měly lepší osmotickou regulaci příjmu a výdeje vody. Větší reaktivnost průduchů, případně lepší schopnost kořenů využívat vodu v podmínkách vláhového deficitu v půdě umožnila zřejmě rostlinám ječmene účinněji regulovat chod fotosyntézy, takže dopad nedostatku vody na produkční proces byl mírnější (Mengel, Kirkby, 1980; Bergmann, 1983). Nasvědčuje tomu i pozdější zavadání rostlin, které jsme pozorovali na variantách, na nichž byl dodán draslík (Smetánková, Haberle, nepublik.).

Při hluboké deficienci draslíku v nedostatečně zásobené zemině při optimální záливce i dlouhodobém vláhovém deficitu odpovídala koncentrační křivka draslíku tzv. limitní křivce z polních pokusů (Baier, 1986) i z nádobových pokusů a kontrolních stanovišť (Smetánková, 1985; Smetánková, Pácalt, 1986). Rovněž koncentrační křivky optimálního průběhu příjmu draslíku v zemině s dobrou zásobou draslíku odpovídaly křivkám dříve stanoveným, s charakteristickým maximumem ve fázi F 6, svědčícím o vysoké potřebě draslíku na začátku vegetace ječmene (Baier, 1986; Smetánková, 1985).

Přestože pokus v roce 1987 byl proveden v zemině s vysokým obsahem přístupného draslíku, projevil se na zásobenosti rostlin draslíkem diferencované hnojení draslíkem před výsevem. Zmírnění dopadu krátkodobého nedostatku vody ve fázi F 6 až F 8/9, patrné u rostlin

hnojených draslíkem, mohlo souviset s tím, že dostupnost půdního draslíku byla na těžké půdě při deficitu vody silně snižena, a dále s tím, že nedostatek vody spolu se sníženou dostupností draslíku zasáhl rostliny v rané fázi vývoje (Bergmann, 1983; Mengel, Kirkby, 1980), kdy jsou rostliny velmi náročné jak na příjem vody, tak i na příjem draslíku, a to ve vzájemné návaznosti. Příznivý vliv dodání draslíku na zlepšení příjmu většiny dalších makroživin při deficitu vody mohl být důsledkem toho, že draslík ovlivnil pozitivně kořenový vztlak, potřebný zejména při omezené transpiraci pro transport anorganických látek k nadzemním částem rostlin. Při nedostatku draslíku se pohyb vody i solí v rostlinách zpomaluje a jejich koncentrace v nadzemních částech klesá (Mengel, Simic, 1973 — cit. Mengel, Kirkby, 1980). Nasvědčuje tomu porovnání výkonnosti kořenového systému, kterou jsme hodnotili podle odběru jednotlivých živin v přepočtu na jednotku hmotnosti kořenů: při hnojení draslíkem byla výkonnost kořenů vyšší a méně narušená nepříznivými vláhovými režimy než na variantách nehnojených draslíkem. Negativní vztah mezi výkonností kořenů a jejich hmotností, kterou zjistil v raném vývoji ječmene Mego (1936), nebyl v našich pokusech patrný.

Výsledky z roku 1988 potvrdily, že nepříznivé vláhové podmínky mají u obilnin silnější negativní dopad, pokud zasáhnou produkční proces v ranějších fázích (Meyer, Barrs, 1988). Draselné hnojení při výrazném nedostatku přístupného draslíku v půdě mělo pozitivní vliv na odolnost ječmene vůči nedostatku vody i proti přemokření. Pozitivně se projevilo i dohnojení draslíkem po skončení nepříznivých vláhových podmínek tím, že vyvolalo intenzivní regeneraci rostlin, v souladu s výsledky dosaženými u experimentálně podmačené pšenice (Guyot, Prioul, 1985). Výrazná reakce ječmene na dohnojení draslíkem po skončení vláhového deficitu a nadbytku vody mohla též souviset se schopností ječmene intenzivně akumulovat především draslík v kořenech po ukončení jeho deficitu v živném prostředí (Repka, Jureková, 1986).

## Literatura

- BAIER, J.: Concentration curves of N, P and K for the nutrition diagnosis of spring barley. Ann. Res. Inst. Crop Prod. Praha — Ruzyně, 24, 1986, s. 69-84.
- BERGMANN, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, VEB G. Fischer Verlag 1983.
- BOYER, J. S. — McPHERSON, H. G.: Physiology of water deficits in cereal crops. Adv. Agron., 27, 1975, s. 1—23.
- ERDMANN, B. a kol.: Changes in the root system of wheat seedlings following root anaerobiosis. I. Anatomy and respiration in *Triticum aestivum* L. Ann. Bot., 58, 1986, s. 597-605.
- GUYOT, CH. — PRIOUL, J. L.: Correction par la fertilisation minérale des effets de l'ennoyage sur le blé d'hiver. I. Expérimentation sur sol. Agronomie, 5, 1985, s. 743-750.
- HABERLE, J.: Vliv některých agroekologických faktorů na produkci biomasy kořenů obilovin. [Kandidátská disertace.] Praha, 1986.
- JAVORSKÝ, P. a kol.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. Praha, MZVŽ 1983.
- MACKAY, A. D. — BARBER, S. A.: Soil moisture effect on potassium uptake by corn. Agron. J., 77, 1985, s. 524-527.
- MEGO, V.: Sorpcia  $K^+$  ( $^{86}Rb$ ) kořenními járného jačmeňa (*Hordeum vulgare* L.). Rostl. Vyr., 32, 1986, č. 4, s. 397-402.

- MENGEL, K.: Dynamics and availability of major nutrients in soils. Adv. Soil Sci. 2, 1985, s. 66-131.
- MENGEL, K. — KIRKBY, E. A.: Potassium in crop production. Adv. Agron., 33, 1980, s. 59-110.
- MEYER, W. S. — BARRS, H. D.: Response of wheat to single, short-term waterlogging during and after stem elongation. Austral. J. agric. Res., 39, 1988, s. 11-20.
- REPKA, J. — JUREKOVÁ, Z.: Fyziologická regenerácia rastlín po odstránení deficitu v minerálnej výžive. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 4, s. 389-396.
- SHARMA, D. P. — SWARUP, A.: Effect of short-term flooding on growth, yield and mineral composition of wheat on sodic soil under field conditions. Pl. and Soil, 107, 1988, s. 137-143.
- SMETÁNKOVÁ, M.: Diagnostika zásobenosti jarního ječmene draslíkem v průběhu vegetace. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 4, s. 431-446.
- SMETÁNKOVÁ, M. — PÁCALT, J.: Potassium, calcium and magnesium uptake by barley, maize and horse bean in field conditions. Ann. Res. Inst. Crop Prod. Praha-Ruzyně, 24, 1986, s. 295-307.
- TANGUILIG, V. C. a kol.: Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize and soybean. Pl. and Soil, 103, 1987, s. 155-168.
- VOPĚNKA, L. — SMETÁNKOVÁ, M.: Vztah mezi odběrem draslíku ječmenem a změnami půdního draslíku během vegetace. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 5, s. 493-502.
- WALKER, G. K. — RICHARDS, J. E.: Transpiration efficiency in relation to nutrient status. Agron. J., 77, 1985, s. 263-269.

Došlo dne 4. 1. 1989

СМЕТАНКОВА, М. — ГАБЕРЛЕ, Я. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Отношение между питанием калием и реакцией ячменя на неблагоприятные условия водоснабжения. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 585-594.

В опытах, проводимых в сосудах с ячменем яровым (*Hordeum vulgare* L.) сорта Zenit (KM 123), понизил долгосрочный дефицит влаги вынос калия растениями и урожаи зерна и соломы более отчетливо при низкой обеспеченности почвы калием и высокой связывающей способности почвы, чем при достатке калия. Додача калия до посева ограничила действие краткосрочного недостатка и избытка воды в фазе Феекеса 6—8/9 на поступление калия и следующих питательных веществ, повысила активность корней, которая была описана выносом питательных веществ на единицу их массы. Неблагоприятные условия обеспечения водой в фазу Феекеса 4—5/6 имели более отчетливое влияние на понижение продукции надземных частей и корней, чем в более поздних фазах.

ячмень яровой; опыты, проводимые в сосудах; водный режим; вынос калия; корни

SMETÁNKOVÁ M. — HABERLE, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): Relationship between Potassium Nutrition and the Response of Barley to a Low Supply of Water. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 585-594.

In pot trials with the variety Zenit (KM 123) of spring barley (*Hordeum vulgare* L.), at a moisture deficit, potassium uptake by the plants and the yields of both grain and straw were reduced. The values were lower at a low reserve of soil potassium and high fixation capacity of the soil than at sufficient soil potassium content. Supply of potassium before sowing reduced the effect of a temporary lack or excess of water at Feekes stages F 6 to F 8/9 on the uptake of potassium and other nutrients and increased the performance of the roots, expressed by nutrient uptake per unit of root weight. The low moisture supply in stages F 4 to F 5/6 reduced production of above-ground parts and roots more severely than low moisture content in later stages.

spring barley; pot trials; moisture regime; potassium uptake; roots

SMETÁNKOVÁ, M. — HABERLE, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha — Ruzyně): *Beziehung zwischen der K-Düngung und der Reaktion der Gerste auf ungünstige Wasserversorgungsbedingungen*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 585-594.

Bei unseren Gefäßversuchen mit der Sommergerstensorte Zenit (KM 123) setzte ein langfristiges Feuchtigkeitsdefizit den K-Entzug durch die Pflanzen als auch die Körner — und Stroherträge bedeutender herab bei einem niedrigeren K-Boden-vorrat und einem hohen Bindungsvermögen des Bodens als bei einer genügenden K-Menge. Die K-Düngung noch vor der Aussaat begrenzte den Einfluss eines kurzfristigen Wassermangels oder — überflusses in der Phase F 6 bis F 8/9 auf die K-Aufnahme als auch auf die Aufnahme anderer Nährstoffe und erhöhte die Leistungsfähigkeit der Wurzeln, die im Nährstoffentzug je Gewichtseinheit ausgedrückt ist. Die ungünstigen Wasserversorgungsbedingungen in der Phase F 4 bis F 5/6 übten einen bedeutenderen Einfluss auf den Abfall der Produktion der oberirdischen Teile und der Wurzeln als in den späteren Phasen aus.

Sommergeste; Gefäßversuche; Feuchtigkeitsregime; K-Aufnahme; Wurzeln

---

Adresa autorů:

Prom. biol. Milena Smetánková, CSc., ing. Jan Haberle, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---



# UPŘESNĚNÍ DRASELNÉHO HNOJENÍ PODLE CHARAKTERISTIK NEVÝMĚNNÉHO DRASLÍKU V PŮDĚ

L. Vopěnka

VOPĚNKA, L. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Upřesnění draselného hnojení podle charakteristik nevýměnného draslíku v půdě*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 595-602.

Vliv dávky draslíku na zvyšování hladiny přijatelného draslíku v půdě se více projevil u půd s nízkou hodnotou mobilní draselné rezervy a s nízkou schopností mokré fixace. Vysoké hodnoty těchto ukazatelů se projevují pufracím účinkem na hladinu přijatelného draslíku. U půd s nízkou hodnotou mobilní draselné rezervy lze určovat dávky draslíku pouze podle hodnot přijatelného draslíku. U půd s vysokou hodnotou mobilní draselné rezervy je současně určování dávek draslíku neúčelně vysoké. Vysoká schopnost mokré fixace ukazuje na možnost prodloužení intervalu hnojení draslíkem do zásoby. Hnojení draslíkem pouze podle zrnitostní skladby půd je nedostatečné. Uvedené ukazatele půdního draslíku dávají možnost efektivnějšího hnojení draslíkem.

draslík; nevýměnný draslík; fixace draslíku; hnojení draslíkem

Přeměny draslíku v půdě jsou určeny především jeho vztahem k minerálnímu podílu půdy, zejména k půdním jílovým minerálům. Běžná klasifikace půd se minerálním podílem půdy zabývá spíše po stránce kvantitativní. Zrnitostní složení dává pouze určitou charakteristiku půdy vzhledem k možnostem vazby draslíku výměnným způsobem v sorpčním komplexu. Dosavadní způsob hodnocení draslíku v půdě bere v úvahu pouze jednu izolovanou formu draslíku bez ohledu na její změny a na formy jiné. Draslík ve formách nevýměnných tvoří plynulý přechod mezi vazbami blízkými se svou pevností formě výměnné až k draslíku pevně zabudovanému v mřížce primárních silikátů. Z těchto forem se draslík postupně uvolňuje, stává se tím rezervou výměnného draslíku nebo je z méně pevných nevýměnných vazeb přímo využíván rostlinami. Existuje i pochod opačný, kdy draslík dodaný hnojivem do půdy je vázán do forem nevýměnných — tzv. fixace draslíku.

Hodnotíme-li půdy pouze podle obsahu přijatelného draslíku, který je v podstatě draslíkem výměnným, podle půdního druhu nebo i podle zastoupení jednotlivých kationtů v sorpčním komplexu, často zjistíme, že do jedné kategorie zařadíme půdy s naprosto odlišnou dynamikou draslíku a z toho vyplývající odlišnou potřebou nebo účelnou možností hnojení draslíkem. Bylo by tedy dobré znát jednak složení mateční horniny, z níž se zvětváváním postupně dostává draslík do forem využitelných rostlinami, jednak zastoupení jednotlivých půdních jílových minerálů, které se liší možnostmi fixace draslíku. Je možné zavést stanovení

I. Charakteristiky sledovaných půd a průměrné ukazatele půdního draslíku ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) — Characteristics of the soils under review and the average data on soil potassium (mg per kg)

| Lokalita     | Výrobní typ  | Půdní typ                  | Půdní druh                    | $K_p$ | $K_v$ | MF  | $K(MR)$ | pH  | Matečný substrát  |
|--------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|-------|-------|-----|---------|-----|-------------------|
| Pohořelice   | kukuřičný    | černozem                   | hlinitá                       | 256   | 236   | 184 | 1577    | 7,3 | spraš             |
| Hněvčeves    | řepařský     | hnědozem<br>illimerizovaná | jílovitohlinitá               | 122   | 98    | 115 | 631     | 6,7 | spraš             |
| Kostelec     | řepařský     | hnědozem<br>slabě oglejená | hlinitá                       | 105   | 113   | 116 | 458     | 5,4 | sprašové<br>hlíny |
| Střítež      | bramborářský | hnědá půda                 | hlinitá                       | 175   | 112   | 198 | 2140    | 5,5 | syenit            |
| Břilice      | bramborářský | hnědá půda<br>oglejená     | hlinitá až<br>jílovitohlinitá | 113   | 110   | 21  | 197     | 5,6 | jíly              |
| Pernolec     | bramborářský | hnědá půda                 | písčitohlinitá                | 124   | 103   | 113 | 1636    | 5,9 | ortoruly          |
| Cheb         | bramborářský | oglejená půda              | jílovitohlinitá               | 159   | 169   | 80  | 456     | 4,6 | jíly              |
| Humpolec     | bramborářský | hnědá půda<br>kyselá       | písčitohlinitá                | 261   | 297   | 94  | 5810    | 4,5 | pararuly          |
| Vysoké n. J. | horský       | hnědá půda<br>podzolovaná  | hlinitopísčitá<br>skeletová   | 139   | 79    | 127 | 450     | 5,0 | fylity<br>svory   |

dvou charakteristik půd, která jsou rychlá a jednoduchá při analýze a poměrně dobře odpovídají na tyto otázky. Jde o mobilní draselnou rezervu, která udává přibližně množství draslíku nevýměnného, využitelného rostlinou, případně draslíku, který v poměrně krátké době může přejít do stavu využitelného rostlinami. Tato veličina vlastně charakterizuje mateční horninu vzhledem k uvolňování draslíku. Druhou veličinou je schopnost fixace draslíku, která charakterizuje půdy vzhledem k jejich schopnostem vázat draslík do nevýměnného stavu a ukazuje tak na zastoupení jednotlivých jílových minerálů v jílové frakci (Amberger et al., 1974; Hudcová, Homola, 1981; Mitsios, Rowel, 1987; Scheffer, Schachtschabel, 1976; Tributh et al., 1987; Vopěnka, 1982; Vopěnka, Smetánková, 1986).

Podle velikosti byly rozděleny hodnoty těchto charakteristik půdního draslíku tímto způsobem (Vopěnka, Macháček, 1985):

|                              |         |                                |
|------------------------------|---------|--------------------------------|
| — mobilní draselná rezerva:  | nízká   | < 600 mg . kg <sup>-1</sup>    |
|                              | střední | 600—1200 mg . kg <sup>-1</sup> |
|                              | vysoká  | > 1200 mg . kg <sup>-1</sup>   |
| — schopnost fixace za mokra: | nízká   | < 120 mg . kg <sup>-1</sup>    |
|                              | střední | 120—180 mg . kg <sup>-1</sup>  |
|                              | vysoká  | > 180 mg . kg <sup>-1</sup>    |

## MATERIÁL A METODA

Ke studiu dynamiky draslíku byla využita část dlouhodobých polyfaktoriálních výživářských pokusů z geografické sítě pokusných stanic. Bylo použito pokusů GS-130 (kukuřičný, řepařský a suší bramborářský typ) v Pohořelcích, Hněvčevsi, Kostelci nad Orlicí a Stříteži a pokusů GS-140 (vlhčí bramborářský a horský typ) v Brilicích, Pernolci, Chebu, Humpolci a Vysokém nad Jizerou. Na lokalitách v kukuřičné oblasti byl pěstován v roce 1983 jarní ječmen, 1984 cukrovka a 1985 jarní ječmen. Na lokalitách v bramborářské oblasti byl pěstován v roce 1983 jarní ječmen, 1984 brambory a 1985 jarní ječmen. Na lokalitě Vysoké nad Jizerou bylo pěstováno v roce 1983 ozimé žito, 1984 brambory a 1985 oves.

Byly sledovány varianty se základní dávkou draslíku, s dvojnásobnou dávkou draslíku a varianta nehnojená draslíkem. Základní dávka draslíku představovala u okopanin 150 kg . ha<sup>-1</sup>. U obilnin představovala základní dávka draslíku na pokusech GS-130 50 kg . ha<sup>-1</sup>, na pokusech GS-140 70 kg . ha<sup>-1</sup>. Hnojení dusíkem a fosforem bylo u všech variant stejné (fosfor — okopaniny 50 kg . ha<sup>-1</sup>, obilniny 40 kg . ha<sup>-1</sup>; dusík — celkově okopaniny 140 až 150 kg . ha<sup>-1</sup>, obilniny 60 až 100 kg . ha<sup>-1</sup> podle předplodiny a lokality).

Na uvedených variantách byly sledovány tyto ukazatele půdního draslíku:

1. obsah přijatelného draslíku podle Schachtschabela — K<sub>p</sub>;
2. obsah výměnného draslíku (výluh roztokem octanu amonného, c=1 mol . l<sup>-1</sup>) — K<sub>v</sub>;
3. mobilní draselná rezerva (Bailey, 1964) — K (MR);
4. schopnost mokré fixace draslíku (Reichenbach, Schroeder, 1960) — MF.

Charakteristiky sledovaných půd jsou uvedeny v tab. I.

## VÝSLEDKY

Charakteristiky vztahů mezi dávkou draslíku a některými ukazateli půdního draslíku a vztahů mezi jednotlivými metodami stanovení půdního draslíku jsou uvedeny v tab. II.

II. Charakteristiky vztahů mezi dávkou draslíku a některými ukazateli půdního draslíku a vztahů mezi jednotlivými způsoby stanovení půdního draslíku navzájem — Characteristics of the relationships between potassium application rate and some parameters of soil potassium, and mutual relationships between the different methods of soil potassium determination

| Lokalita     | A       | B       | C       | D       | E       | F       |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Pohořelice   | 0,6850  | -0,4071 | 0,0758  | 0,0585  | 0,4800  | 0,1136  |
| Hněvčeves    | 0,5590  | 0,0791  | 0,4876  | -0,6035 | 0,5802  | 0,2196  |
| Kostelec     | 0,5220  | 0,7289  | 0,2391  | -0,2714 | 0,5194  | 0,2559  |
| Střítež      | -0,1313 | 0,0941  | 0,5086  | 0,1505  | -0,6853 | -0,0110 |
| Břilice      | 0,9633  | 0,3156  | 0,2130  | 0,2634  | 0,7404  | 0,3056  |
| Pernolec     | 0,7596  | 0,5821  | 0,4906  | -0,0981 | 0,6069  | 0,1714  |
| Cheb         | 0,9208  | -0,1276 | -0,1893 | -0,2930 | 0,4553  | 0,1426  |
| Humpolec     | 0,9430  | 0,5679  | 0,5764  | -0,1394 | 0,3200  | 0,2774  |
| Vysoké n. J. | 0,6727  | -0,2743 | 0,2050  | -0,2186 | 0,6954  | 0,2711  |

A — korelační koeficient vztahu  $K_v - K_p$

B — korelační koeficient vztahu  $K_v - K(MR)$

C — korelační koeficient vztahu  $K_p - K(MR)$

D — korelační koeficient vztahu dávka K — MF

E — korelační koeficient vztahu dávka K —  $K_p$

F — regresní koeficient vztahu dávka K —  $K_p$  při lineární regresi

Vliv dávky draselného hnojení na zvýšení obsahu přijatelného draslíku  $K_p$  lze charakterizovat dvěma hodnotami: korelačním koeficientem mezi dávkou draslíku a obsahem  $K_p$  v půdě a konstantou, představující směrnici přímky při lineární regresi vztahů mezi oběma veličinami. Z tab. I a II vyplývá, že u půd s nízkými hodnotami MF a  $K(MR)$  jsou tyto hodnoty vyšší a naopak, což svědčí o tom, že zvyšování dávky draselného hnojení se výrazněji projeví na půdách s nižšími hodnotami těchto charakteristik půdního draslíku, zatímco jejich vysoké hodnoty nalézáme u půd s určitou pufrací schopností vzhledem k změnám obsahu  $K_p$ , způsobených odběrem draslíku a jeho dodáním do půdy. Je to důsledek rovnovážných procesů mezi draslíkem nevýměnným, výměnným a vodorozpustným. U těchto půd může být draslík dodaný v hnojivech částečně vázán do nevýměnného stavu, po odběru části výměnného draslíku plodinami přejde část nevýměnného draslíku do forem výměnných.

Co se týká některých lokalit: Půda z Břilic, která má nejmenší hodnoty  $K(MR)$  a MF, vykazuje nejužší vztah mezi dávkou draslíku a obsahem  $K_p$  i největší vzestup  $K_p$  při stupňované dávce draslíku. Půda ze Stříteže, která má vysokou hodnotu  $K(MR)$  a nejvyšší hodnotu MF ze sledovaných půd, má naopak tuto korelaci zápornou a neprojevuje vzestup  $K_p$  vlivem zvyšování dávky draslíku, čímž je mezi sledovanými půdami výjimkou. Srovnáme-li tuto půdu s jinými půdami s vysokým obsahem  $K(MR)$ , zjistíme, že výjimečnost této půdy je dána především její vysokou hodnotou MF, neboť půda s nejvyšší hodnotou  $K(MR)$  — Humpolec vykazuje značný vzestup dávky  $K_p$  vlivem dávky draslíku.

Charakteristiky půdního draslíku i vztahu mezi dávkou draslíku a obsahem  $K_p$  u ostatních půd se pohybovaly mezi těmito krajními hodnotami.

tami. Průkazná korelace mezi  $K_p$  a dávkou draslíku (pro  $n = 12$ ) byla u půd z Hněvčevse, Břilic, Pernolce a Vysokého nad Jizerou, tedy výhradně u půd s malou nebo střední hodnotou MF a s výjimkou Pernolce i  $K(MR)$ .

V tab. II jsou uvedeny též korelační koeficienty vztahů mezi jednotlivými formami půdního draslíku, resp. mezi různými způsoby stanovení téže formy navzájem za tři sledované roky na daných lokalitách. Nejvyšší stupeň závislosti byl nalezen mezi obsahem výměnného draslíku a obsahem přístupného draslíku podle Schachtschabela, což odpovídá i logice vztahu, neboť jde o dva způsoby stanovení volněji vázané frakce půdního draslíku. Mezi mobilní draselnou rezervou a oběma způsoby stanovení volněji vázaného draslíku byla nalezena nižší závislost. Z těchto výsledků lze usuzovat na to, že mobilní draselná rezerva je pouze jedním z více faktorů určujících obsah volněji vázaného draslíku.

V tab. II jsou uvedeny korelační koeficienty vztahů mezi dávkou draslíku v hnojivech a schopností půd mokré fixace draslíku. U tohoto vztahu byl v šesti případech korelační koeficient záporný, u kladných koeficientů byla ve dvou případech závislost nevýznamná, v jednom případě žádná. Vyplývá z toho, že při zvyšování dávek draselných hnojiv schopnost mokré fixace většinou klesá, neboť dodaný draslík obsazuje místa vhodná pro fixaci v mřížce jílových minerálů. Tento pokles však není během krátké doby sledování jednoznačný, neboť kromě fixace probíhají i procesy opačné, tedy uvolňování fixovaného draslíku.

## DISKUSE

Tyto poznatky ukazují, že přehled o skutečné zásobenosti půd draslíkem získáme až stanovením dvou frakcí půdního draslíku, které se liší pevností vazby. První frakce — výměnně vázaný a vodorozpustný draslík — může být stanovena různými postupy. Je to jednak stanovení tzv. přijatelného draslíku podle Schachtschabela, jehož výsledky lze nejlépe využít k sledování vývoje zásobenosti půd draslíkem, neboť v těchto hodnotách máme u nás většinu dosavadních údajů. Dále jde o metodu stanovení tzv. výměnného draslíku, který má výhodu v tom, že se paralelně používá při stanovení  $K(MR)$  a MF. Tatáž frakce draslíku se v podstatě zachytí i při stanovení zastoupení kationtů v kationtové výměnné kapacitě. Tyto jednotlivé metody pochopitelně nejsou totožné, jsou však s určitými korekcemi zastupitelné.

Pro stanovení druhé pevněji vázané frakce půdního draslíku se ukazuje jako nejvýhodnější jednoduchá metoda stanovení mobilní draselné rezervy. Stanovení schopnosti mokré fixace charakterizuje chování draslíku po jeho dodání do půdy.

Probereme nyní, jak se jednotlivé kategorie půd, na něž lze půdy rozdělit podle výsledků stanovení mobilní draselné rezervy a schopnosti mokré fixace, liší dynamikou draslíku.

### 1. Půdy s nízkou hodnotou mobilní draselné rezervy a schopnosti fixace

Přijatelný, resp. výměnný draslík je hlavním zdrojem draslíku pro výživu rostlin, vliv nevýmenného draslíku na vyrovnávání jeho hladiny v půdě je minimální. Zvyšování dávky draselného hnojení zvyšuje vý-



razně zásobu draslíku vyjádřenou obsahem  $K_p$ . U těchto půd lze plánovat hnojení draslíkem tradičním způsobem (Kostelec nad Orlicí, Břítice, Cheb).

## **2. Půdy s vysokou hodnotou mobilní draselné rezervy**

Nevýměnný draslík je zde rozhodujícím činitelem v dynamice draslíku v půdě a podstatně ovlivňuje výživu rostlin draslíkem. Hodnota  $K_p$  zde jako kritérium zásobenosti půdy draslíkem nepostačuje. Existují půdy téhož půdního druhu, zařazené do stejné kategorie zásobenosti draslíkem podle  $K_p$ , které se však liší v hodnotě  $K(MR)$  o jeden řád. Je evidentní, že potom hnojení stejnou dávkou draslíku je u půdy s vysokou hodnotou  $K(MR)$  neúčelně vysoké, mnohdy i škodlivé. Je-li u půdy zjištěna vysoká hodnota  $K(MR)$ , mělo by být hnojeno draslíkem jako u kategorie zásobenosti (podle hodnoty  $K_p$ ) o jeden stupeň vyšší (Pohořelice, Strážek).

Co se týká půd s vysokou hodnotou  $K(MR)$  a nízkou hodnotou  $MF$ , tyto půdy se vyskytují především ve středních a vyšších polohách, zejména na žule a rule. V podmínkách ČSR je nacházíme dosti často. Jde většinou o půdy s nižším pH, sorpčním komplexem značně nenasyceným, na nichž vlivem bohatých srážek dochází k velkému vyplavování kationtů. Zásobenost těchto půd všemi živinami kromě draslíku je nízká. U těchto půd dochází při zvyšování dávky draslíku k nepříznivým změnám poměru draslíku ku dvojmocným kationtům v sorpčním komplexu. Především zde je třeba dbát na snížení dávky draselného hnojení ve srovnání s plánovaným hnojením určeným pouze podle hodnoty  $K_p$  (Humpolec, Pernolec).

## **3. Půdy s vysokou hodnotou schopnosti fixace**

Jde o půdy, jejichž jílová frakce obsahuje minerály schopné fixace draslíku (illity). Pokud se vyskytuje vysoká hodnota  $MF$  při nižším obsahu jílové frakce, svědčí to o tom, že tyto jílové minerály v jílové frakci převažují. Zvyšování dávky draselného hnojení se zřetelně neprojevuje ve zvyšování hladiny  $K_p$ ; k minimálním výkyvům v obsahu  $K_p$  vlivem hnojení a intenzivního odběru dochází u půd, kde se kromě vysoké hodnoty  $MF$  nachází i vysoký obsah  $K(MR)$ . Draslík fixovaný z hnojiv není ztrátou, nýbrž je rezervou, přístupnější rostlinám než nativní formy nevýměnného draslíku, čehož lze využít v zásobním hnojení těchto půd, v prodlužování intervalu mezi jednotlivými hnojeními draslíkem na dva až tři roky (Pohořelice, Strážek).

## **4. Půdy se střední hodnotou mobilní draselné rezervy**

Výživa rostlin u těchto půd je už částečně ovlivňována nevýměnným draslíkem, dávku draslíku ve hnojivech však ještě není nutné snižovat (Hněvčeves).

## **5. Půdy se střední hodnotou schopnosti mokré fixace**

Vazba draslíku do nevýměnného stavu umožní plánovat hnojení draslíkem do zásoby na dva roky i u lehčích půd (Vysoké nad Jizerou).

- AMBERGER, A. — GUTSER, R. — TEICHER, K.: Kaliumernährung der Pflanzen und Kaliumdynamik auf kaliumfixierendem Boden. *Pl. and Soil*, 40, 1974, s. 269-284.
- BAILLY, P.: Methodische Untersuchungen zur K-Freisetzung aus Boden. *Z. Pfl.-Ernähr. Düng. Bodenkde*, 104, 1964, s. 132-140.
- HUDCOVÁ, O. — HOMOLA, V.: Studium vytváření optimální hladiny draslíku v půdě. *Rostl. Výr.*, 27, 1981, č. 9, s. 997-1006.
- MITSIOS, I. K. — ROWEL, D. L.: Plant uptake of exchangeable and non-exchangeable potassium. II. Influence of soil type on uptake by onion roots. *J. Soil Sci.*, 38, 1987, s. 65-70.
- REICHENBACH, H. — SCHROEDER, D.: Ein Vergleich verschiedener Methoden zur Bestimmung des Kalium-Festungsvermögens an einigen schleswig-holsteinischen Böden. *Z. Pfl.-Ernähr. Düng. Bodenkde*, 90, 1960, s. 116-132.
- SCHEFFER, F. — SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. 9. vyd. Stuttgart, Ferd. Enke Verlag 1976, s. 217-220.
- TRIBUTH, H. — BOGUSLAWSKI, E. — LIERS, A. — STEFFENS, D. — MENGEL, K.: Effect of potassium removal by crops on transformation of illitic clay minerals. *Soil Sci.*, 143, 1987, s. 404-409.
- VOPĚNKA, L.: Vliv některých kationtů na fixaci draslíku v půdě. *Rostl. Výr.*, 28, 1982, č. 6, s. 571-576.
- VOPĚNKA, L. — MACHÁČEK, V.: Bilanční sledování stavu zásobenosti půd draslíkem. *Rostl. Výr.*, 31, 1985, č. 9, s. 905-912.
- VOPĚNKA, L. — SMETÁNKOVÁ, M.: Vztah mezi odběrem draslíku ječmenem a změnami půdního draslíku během vegetace. *Rostl. Výr.*, 32, 1986, č. 5, s. 493-502.

Došlo dne 4. 1. 1989

ВОПЕНКА, Л. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Уточнение калийного удобрения по характеристикам необменного калия в почве. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (6) : 595-602.

Влияние дозы калия на увеличение уровня доступного калия в почве больше проявилось у почв с низким значением подвижного калийного резерва и с низкой способностью влажной фиксации. Большие значения данных показателей проявятся буферным эффектом на уровень доступного калия. У почв с низким значением подвижного калийного резерва можно определять дозы калия только по уровню доступного калия. У почв с высоким значением подвижного калийного резерва одновременное определение доз калия не целесообразно высоким. Высокая способность влажной фиксации показывает на возможность увеличения промежутка интервала удобрения калием в запас. Удобрение калием, только на основе механического состава почв не достаточно. Приведенные показатели почвенного калия дают возможность более эффективного удобрения калием.

калий; необменный калий; фиксация калия; удобрение калием

VOPĚNKA, L. (Research Institute of Crop Production, Praha — Ruzyně): *Detailed Determination of Potassium Fertilization from Data on Non-exchangeable Potassium in Soil*. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (6) : 595-602.

An increase in the available soil potassium reserve as a result of high potassium application rates was more significant in soils with a low mobile potassium reserve and low capacity of wet fixation. High values of these parameters have a buffering effect on the available potassium reserve. In soil with a low mobile reserve of potassium, the application rates of potassium can be determined only from the data on available potassium. In soils with a high mobile reserve of potassium the currently determined potassium application rates are unnecessarily high. A high capacity of wet fixation suggests that the interval of store dressing

with potassium can be longer. It is not sufficient to determine potassium application rates only from the soil texture data. Converted data on soil potassium offer a possibility of efficient potassium fertilization.

potassium; non-exchangeable potassium; potassium fixation; potassium fertilization

VOPĚNKA, L. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Präzisierung der K-Düngung entsprechend der Charakteristik des nichtaustauschbaren Kaliums im Boden*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 595-602.

Der Einfluss der K-Gabe auf die Hebung des Spiegels des aufnehmbaren Kaliums im Boden zeigte sich vor allem in Böden mit einem niedrigen Wert der mobilen K-Reserve und mit einer niedrigen Fähigkeit zur Nassfixierung. Die hohen Werte dieser Parameter schlagen sich in der Pufferwirkung auf den Spiegel des aufnehmbaren Kaliums nieder. Bei Böden mit einem niedrigen Wert der mobilen K-Reserve können die K-Gaben nur nach den Werten des aufnehmbaren Kaliums festgelegt werden. Bei Böden mit einem hohen Wert der mobilen K-Reserve ist die gegenwärtige Festlegung der K-Gaben unzuweckmässig hoch. Die hohe Fähigkeit der Nassfixierung deutet auf die Möglichkeit der Verlängerung des Intervalls der K-Reservedüngung hin. Die K-Düngung nur nach der Körnigkeit der behandelten Böden ist ungenügend. Die angeführten Parameter des Bodenkalis bieten eine Möglichkeit zur effektiveren K-Düngung.

Kalium; nichtaustauschbares Kalium; K-Fixierung; K-Düngung

---

Adresa autora:

Prom. chem. Luděk Vopěnka, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---

J. Baier, V. Baierová

BAIER, J. — BAIEROVÁ, V. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha — Ruzyně): *Obsah hořčíku v nadzemní biomase obilnin*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 603-610.

Monitorování výživného stavu zemědělských plodin v Československu umožnilo pomocí rozsáhlé sítě kontrolních stanovišť během šesti- až sedmiletého sledování posoudit u ozimé pšenice a jarního ječmene dynamiku výživného stavu hořčíkem v průběhu vegetace od odnožování do metání. Koncentrace hořčíku v sušině nadzemní biomasy měla během vegetace klesající trend. Výchozí hodnoty na začátku vegetace klesly do metání v průměru o cca 30 %. Obsah hořčíku byl u jarního ječmene vyšší než u ozimé pšenice, a to v průměru o 14 %. V širokém intervalu koncentračních hodnot v téže vegetační fázi (podle Feekese) leželo u ozimé pšenice jen 21,2 až 50,4 % případů v oblasti dostatečného zásobení rostlin hořčíkem. U jarního ječmene tomu bylo pouze ve 39,8 až 65,9 % případů. Zjištěné nedostatky ve výživě sledovaných obilnin lze považovat za důsledek nedostatečného přívodu hořčíku v hnojivech do intenzivní rostlinné výroby.

hořčík; obsah v rostlinách v průběhu vegetace; ozimá pšenice; jarní ječmen; monitorování výživného stavu

Přesto, že je hořčík nepostradatelnou rostlinnou živinou, která má důležitou úlohu v procesu fotosyntézy a při metabolismu cukrů, není v našem zemědělství věnována hnojení touto živinou vždy patřičná pozornost. Nedostatek hořečnatých, popřípadě hořečnatodraselných hnojiv, ale i vhodných dolomitických vápenců limituje přívod hořčíku do zemědělského koloběhu, zatímco stále stoupající výnosy jeho export z koloběhu zvyšují. Fecenko (1986) dochází na základě propočtů bilanční potřeby hořčíku v ČSSR k závěru, že potřeba hořčíku představuje ročně 14 108 t a je přívodem v hnojivech kryta jen zhruba ze 60 %.

Význam hořčíku, který je centrálním atomem molekuly chlorofylu, zdůraznili Bergmann, Neubert (1976) nekompromisním závěrem, že bez hořčíku by neproběhla fotosyntéza, bez které není možný život na zemi.

Mnozíci se signály, vyplývající z anorganických rozborů rostlin prováděných zemědělskými oblastními laboratořemi, potvrzují názory (Průša, 1967), že nedostatečná pozornost věnovaná ve výživě rostlin hořčíku může mít nežádoucí důsledky nejen na výnosech, ale i na jakosti produktů, jakož i na výživě hospodářských zvířat a lidí.

V předkládané práci jsou proto shrnuty víceleté výsledky sledování obsahu hořčíku v průběhu vegetace u porostů ozimé pšenice a jarního ječmene na tzv. kontrolních stanovištích, umístěných v rámci celostátního monitoringu výživného stavu rostlin (Baier a kol., 1988) v rozmanitých agroekologických podmínkách Československa.

## MATERIÁL A METODA

V letech 1980 až 1987 byly v průběhu vegetace odebírány vzorky rostlinného materiálu (nadmírní biomasy) ozimé pšenice a jarního ječmene a v sušině stanoven obsah hořčíku (Mg v %) podle metody, kterou popsali Javorský a kol. (1983).

Odběr vzorků rostlin byl prováděn z ploch o velikosti 1 ha, fixně umístěných na pozemcích zemědělských podniků. Tyto plochy nazýváme kontrolními stanovišti. Jsou rozmístěny v různých agroekologických podmínkách a slouží k celostátnímu monitorování výživných podmínek a výživného stavu zemědělských ploidin. Zemědělské oblastní laboratoře za spolupráce agrochemických a zemědělských podniků postupují podle jednotného metodického návodu oddělení diagnostiky výživy rostlin VÚRV v Praze-Ruzyni.

Odběr vzorků rostlin je prováděn tak, že u jednoho kontrolního stanoviště je odebíráno pro směsný vzorek deset dílčích vzorků.

Po mineralizaci usušeného vzorku kyselinou sírovou a peroxidem vodíku se obsah hořčíku stanoví kolorimetricky s titanovou žlutí nebo na atomovém absorpčním spektrometru.

Vzorky rostlin z kontrolních stanovišť byly odebírány a analyzovány jak u ozimé pšenice, tak i u jarního ječmene průběžně během vegetace v týdenních až čtrnáctidenních intervalech.

Soubor ozimých pšenic zahrnuje výsledky ze 642 kontrolních stanovišť v letech 1982 až 1987 a v souboru jarních ječmenů jsou hodnoceny výsledky ze 107 kontrolních stanovišť z let 1980 a 1982 až 1987.

Pro souhrnné hodnocení jsme získané hodnoty zařadili do skupin podle vegetačních fází (při použití stupnice podle Feekese). Kalendářní termín odběru vzorků nebyl vzat v úvahu, protože rostliny se ve stejném termínu nenacházely vždy ve stejné vegetační fázi. Proto také počet hodnocených případů v jednotlivých vegetačních fázích kolísá. Na druhé straně však bylo možné získat z rozsáhlého materiálu nejen tzv. střední hodnoty koncentrací hořčíku v sušině nadzemní biomasy ozimé pšenice či jarního ječmene, ale i rozmezí (interval), ve kterém se obsahy hořčíku v rostlinách pohybují.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Ozimá pšenice

Průměrné roční hodnoty procentuálního obsahu hořčíku v sušině nadzemní biomasy od 1. fáze Feekese do fáze 10.5.1. jsou uvedeny za léta 1982 až 1987 v tab. I.

Uvedené koncentrace hořčíku mají v průběhu sledovaného úseku vegetace (od 1. do 10.5.1. fáze Feekese) klesající trend. To potvrzuje známý efekt tzv. zředování živin, který popsali např. Mengel, Kirkby (1982). Vyjádříme-li tento pokles živin relativně, tzn. že hodnoty z 1. fáze Feekese se rovnají 100 %, pak na počátku kvetení hodnota koncentrace klesla v jednotlivých letech takto:

|                |      |                |      |
|----------------|------|----------------|------|
| 1982 . . . . . | 53 % | 1985 . . . . . | 65 % |
| 1983 . . . . . | 63 % | 1986 . . . . . | 64 % |
| 1984 . . . . . | 72 % | 1987 . . . . . | 70 % |

Hodnoty koncentrace hořčíku se v závislosti na ročníku měnily. Tak např. nejvyšší byly v roce 1983 (od 0,180 do 0,114 %) a nejnižší v roce 1987 (od 0,149 do 0,105 %).

V tab. II jsme uvedli průměr hodnot ze všech šesti let, jejich interval, relativní srovnání a počet případů.

Také na průměrných hodnotách koncentrace hořčíku je patrný jejich pokles (zředování) v průběhu vegetace. Pokles představuje od 1. vegetační fáze do fáze 10.5.1 zhruba jednu třetinu (34 %). K největ-



I. Roční průměry hodnot koncentrací hořčíku (‰) v sušině nadzemní biomasy ozimé pšenice — Annual average magnesium concentrations (‰) in the above-ground dry biomass of winter wheat

| Fáze podle Feekese (FF) |                                                          | Průměrná koncentrace Mg (mg. kg <sup>-1</sup> )<br>v sušině v roce |       |       |       |       |       |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Číselné<br>označení     | slovní označení                                          | 1982                                                               | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  |
| 1                       | fáze prvních listů                                       | 0,158                                                              | 0,180 | 0,155 | 0,166 | 0,168 | 0,149 |
| 2                       | počátek odnožování                                       | 0,149                                                              | 0,170 | 0,158 | 0,161 | 0,162 | 0,148 |
| 3                       | plné odnožování                                          | 0,136                                                              | 0,161 | 0,151 | 0,154 | 0,142 | 0,137 |
| 4                       | začátek prodlužování<br>listových pochev                 | 0,126                                                              | 0,151 | 0,140 | 0,131 | 0,132 | 0,128 |
| 5                       | fáze rychlého vzpřimování<br>a prodlužování pochvy listů | 0,113                                                              | 0,133 | 0,126 | 0,129 | 0,125 | 0,130 |
| 6                       | fáze objevení prvního<br>kolénka                         | 0,118                                                              | 0,127 | 0,119 | 0,125 | 0,127 | 0,117 |
| 7                       | fáze vytvoření druhého<br>kolénka                        | 0,118                                                              | 0,122 | 0,114 | 0,130 | 0,123 | 0,124 |
| 8                       | fáze objevení posledního<br>listu                        | 0,112                                                              | 0,116 | 0,126 | 0,120 | 0,116 | 0,111 |
| 9                       | objevení jazýčku<br>posledního listu                     | 0,103                                                              | 0,131 | 0,108 | 0,118 | 0,103 | 0,113 |
| 10                      | naduření pochvy<br>posledního listu                      | 0,108                                                              | 0,106 | 0,116 | 0,114 | 0,112 | 0,102 |
| 10.5.1                  | počátek kvetení                                          | 0,096                                                              | 0,114 | 0,111 | 0,108 | 0,108 | 0,105 |

II. Víceletý průměr koncentrací hořčíku v sušině nadzemní biomasy ozimé pšenice a interval krajních hodnot — Several years' average magnesium concentrations in the above-ground dry biomass of winter wheat

| Fáze<br>Feekese<br>(FF)<br>číselné<br>označení | Průměrná<br>koncentrace<br>Mg<br>v sušině<br>(%) | Počet<br>případů | Relativní<br>srovnání | Interval koncentrace Mg v sušině |                    |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------|
|                                                |                                                  |                  |                       | min.                             | max.<br>(% sušiny) |
| 1                                              | 0,162                                            | 343              | 100                   | 0,03                             | 0,46               |
| 2                                              | 0,158                                            | 597              | 98                    | 0,01                             | 0,34               |
| 3                                              | 0,146                                            | 856              | 90                    | 0,01                             | 0,32               |
| 4                                              | 0,134                                            | 643              | 83                    | 0,02                             | 0,33               |
| 5                                              | 0,126                                            | 524              | 78                    | 0,02                             | 0,30               |
| 6                                              | 0,122                                            | 496              | 75                    | 0,01                             | 0,29               |
| 7                                              | 0,122                                            | 377              | 75                    | 0,02                             | 0,30               |
| 8                                              | 0,117                                            | 294              | 72                    | 0,01                             | 0,28               |
| 9                                              | 0,112                                            | 214              | 69                    | 0,04                             | 0,29               |
| 10                                             | 0,110                                            | 450              | 68                    | 0,01                             | 0,29               |
| 10.5.1                                         | 0,107                                            | 185              | 66                    | 0,03                             | 0,22               |

šimu poklesu došlo mezi 3. a 4. fází Feekese v době plného odnožování.

Interval mezi nejnižšími a nejvyššími hodnotami koncentrace hořčíku v jednotlivých vegetačních fázích kolísá ve velmi širokém rozmezí. To svědčí o velmi rozmanitém výživném stavu hořčíku ve sledovaném souboru, ale i o oprávněnosti závěru, který uveřejnil Møller — Nielsen (1988), že výmluvnějším kritériem pro koncentraci živin je hmotnost rostlin.

Bergmann, Neubert (1976) označují za nízké v době odnožování (3. až 4. fáze Feekese) koncentrace hořčíku pod 0,200 %. V době metání (fáze Feekese 10.1 až 10.5) činí tato hodnota méně než 0,150 %. Námi zjištěné minimální hodnoty leží níže, což nasvědčuje tomu, že ve sledovaném souboru byla řada porostů, které trpěly hlubokým nedostatkem hořčíku. Takovýchto porostů jsme ve 3. fázi Feekese zaznamenali 8,8 % a ve 4. fázi Feekese 12,8 %.

Jako průměrné (možno říci středně zásobené rostliny ozimé pšenice) jsou v literatuře uváděny hodnoty 0,200 % Mg pro 4. fázi Feekese a 0,190 % Mg pro 6. fázi Feekese a 0,130 % Mg pro 10.5.1 fázi Feekese (Baier, Baierová, 1985). Ve všech třech případech leží námi zjištěné průměrné hodnoty (tab. I) pod uvedenými literárními údaji. Také krajní hodnoty dostatečně zásobených rostlin ozimé pšenice, které uvádí Bergmann (1983), leží v 5. až 6. fázi Feekese výše než námi zjištěné hodnoty (0,150 oproti 0,126 a 0,122 %) a v 7. a 8. fázi Feekese jsou zhruba na stejné úrovni (0,120 oproti 0,122 a 0,117 %). Uvedené konfrontace svědčí tedy o spíše nižší úrovni výživy našich ozimých pšenice hořčíkem než naopak.

V 5. a 6. fázi Feekese leželo v rozmezí dostatečného zásobení hořčíkem (tj. od 0,150 do 0,300 %) pouze 21,2 % porostů a v 7. až 8. fázi Feekese byla dostatečně zásobena touto živinou (od 0,120 do 0,250 %) zhruba jedna polovina (50,4 %) případů.

Také srovnání středních hodnot, které jsme našim šestiletým sledováním u ozimé pšenice, pěstované v provozních podmínkách našich zemědělských podniků, zjistili ve 4. a 6. fázi Feekese, s hodnotami střední koncentrace hořčíku v našich dlouhodobých pokusech (Baier a kol., 1984), tzn. 0,135 oproti 0,200 % a 0,122 oproti 0,170 %, svědčí o tom, že soubor hodnocený v této práci zahrnuje větší podíl případů nedostatečně zásobených rostlin hořčíkem.

#### Jarní ječmen

Průměrné roční hodnoty koncentrací hořčíku v sušině nadzemní biomasy během vegetace od 2. do 10. fáze Feekese ve sledovaných letech (1980 a 1982 až 1987) jsou uvedeny v tab. III.

Obdobně jako u pšenice mají ročníkové průměry koncentrací hořčíku v průběhu vegetace klesající trend. I zde se potvrzuje tzv. zředovací efekt živin. Relativní pokles v jednotlivých letech lze vyjádřit těmito relativními hodnotami v 10. fázi Feekese (při 100 %, které reprezentují hodnoty ve 2. fázi Feekese):

|                            |      |
|----------------------------|------|
| Ø (1980, 1982, 1983, 1984) | 66 % |
| 1985                       | 59 % |
| 1986                       | 66 % |
| 1987                       | 87 % |

Poznámka: Vzhledem k tomu, že soubor jarních ječmenů zahrnuje kratší úsek vegetace, nelze tyto hodnoty srovnávat s ozimou pšenicí.

III. Průměrné hodnoty koncentrací hořčíku (‰) v sušině nadzemní biomasy jarního ječmene — Average magnesium concentrations (‰) in the above-ground dry biomass of spring barley

| Fáze podle Feekese  |                                                          | Průměrná koncentrace Mg (mg. kg <sup>-1</sup> )<br>v sušině v roce |       |       |          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|----------|
| Číselné<br>označení | slovní označení                                          | Ø (1980 + 1982 +<br>+ 1983 + 1984)*                                | 1985  | 1986  | 1987     |
| 2                   | počátek odnožování                                       | 0,179                                                              | 0,188 | 0,174 | 0,172    |
| 3                   | plné odnožování                                          | 0,155                                                              | 0,167 | 0,177 | 0,172    |
| 4                   | začátek prodlužování<br>listových pochev                 | 0,153                                                              | 0,180 | 0,140 | 0,168    |
| 5                   | fáze rychlého vzpřimování<br>a prodlužování pochvy listů | 0,142                                                              | 0,165 | 0,124 | 0,149    |
| 6                   | fáze objevení prvního<br>kolénka                         | 0,145                                                              | 0,137 | 0,126 | 0,164    |
| 7                   | fáze vytvoření druhého<br>kolénka                        | 0,144                                                              | 0,143 | 0,120 | 0,134    |
| 8                   | fáze objevení posledního<br>listu                        | 0,135                                                              | 0,126 | 0,111 | 0,121    |
| 10                  | naduření pochvy posledního<br>listu                      | 0,118                                                              | 0,110 | 0,115 | 0,147(?) |

\* pro menší počet případů v letech 1980, 1982 až 1984 bylo provedeno jejich sloučení

Také průměrné údaje všech analytických hodnot, získané během sedmi sledovaných let, prokazují, a to velmi výrazně, tzv. zředovací efekt živiny — hořčíku, to znamená pokles jeho koncentrace během vegetace (tab. IV).

IV. Průměrné hodnoty koncentrací hořčíku (‰) v sušině nadzemní biomasy jarního ječmene za celé sledované sedmileté období — Average magnesium concentrations (‰) in the above-ground dry biomass of spring barley for the whole seven-year period under review

| Fáze<br>Feekese<br>(FF)<br>číselné<br>označení | Průměrná<br>koncentrace<br>Mg<br>v sušině<br>(%) | Počet<br>případů | Relativní<br>srovnání | Interval koncentrace Mg v sušině |                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|
|                                                |                                                  |                  |                       | min. — max.<br>(% sušiny)        | poměr<br>min. : max. |
| 2                                              | 0,178                                            | 40               | 100                   | 0,08 ..... 0,33                  | 1 : 4,1              |
| 3                                              | 0,167                                            | 64               | 94                    | 0,09 ..... 0,37                  | 1 : 4,1              |
| 4                                              | 0,160                                            | 66               | 90                    | 0,08 ..... 0,36                  | 1 : 4,5              |
| 5                                              | 0,145                                            | 54               | 81                    | 0,08 ..... 0,33                  | 1 : 4,1              |
| 6                                              | 0,143                                            | 49               | 80                    | 0,08 ..... 0,28                  | 1 : 3,5              |
| 7                                              | 0,139                                            | 41               | 78                    | 0,07 ..... 0,27                  | 1 : 3,8              |
| 8                                              | 0,124                                            | 44               | 70                    | 0,06 ..... 0,20                  | 1 : 3,3              |
| 10                                             | 0,122                                            | 77               | 69                    | 0,05 ..... 0,18                  | 1 : 3,6              |

Pokles procentuálního obsahu hořčíku ve výše uvedeném časovém rozmezí představuje téměř jednu třetinu (31 %) výchozí hodnoty. Za nejvýraznější je možno považovat období rychlého vzpřimování a prodlužování pochvy listů (5. fáze Feekese).

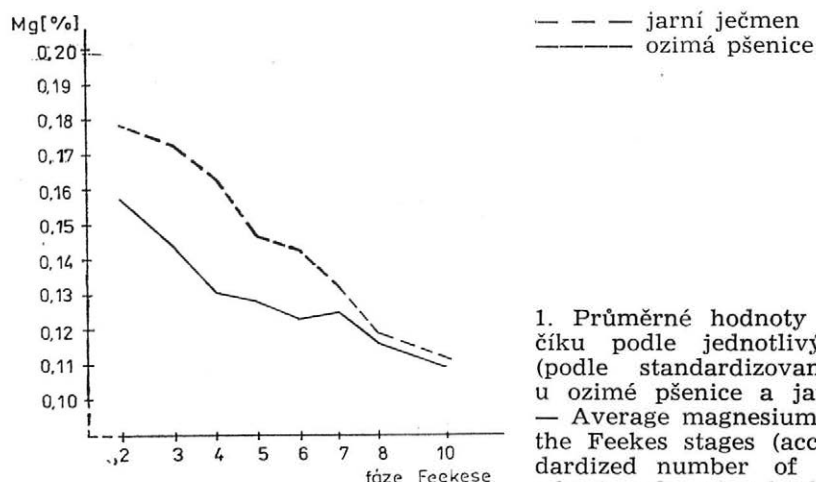
Porovnáme-li relativní pokles procentuálního obsahu hořčíku u ozimé pšenice za stejné období, zjišťujeme téměř shodné hodnoty (30 % u ozimé pšenice a 31 % u jarního ječmene). Přitom však absolutní hodnoty koncentrace hořčíku v jarním ječmeni ležely ve všech fázích vegetace výše, a to v průměru o 14 %. Vyšší koncentrace hořčíku u jarního ječmene než u ozimé pšenice odpovídají do značné míry i dříve zjištěným středním hodnotám (Baier, Baierová, 1985).

Intervaly koncentrací hořčíku v sušině nadzemní biomasy jarního ječmene ve sledovaných fázích vegetace, uvedené v tab. IV, ukazují jak u minimálních, tak i u maximálních hodnot obdobnou tendenci jako průměrné hodnoty. Až na 2. fázi Feekese klesají s postupem vegetace koncentrační hodnoty hořčíku (od 0,090 do 0,050 % a od 0,370 do 0,180 %).

Maximální hodnoty uzavřených intervalů jsou 3,3 až 4,5krát vyšší než hodnoty minimální. Minimální hodnoty jsou velmi nízké, zřejmě na hranici silného nedostatku hořčíku. Dostupné literární údaje toto bohužel nedovolují porovnat, protože neudávají hranici nedostatku. Přistoupili jsme proto ke konfrontaci zjištěných průměrných hodnot s hodnotami středních obsahů nebo s obsahy dostatečně zásobených rostlin uváděných v literatuře. I zde zjišťujeme, že ve srovnání s dřívějšími obsahy jsou tyto u jarního ječmene pěstovaného v polních podmínkách v letech 1980, 1982 až 1987 obecně nižší.

Bergmann (1983) považuje za dostatečné obsahy hořčíku v sušině nadzemní biomasy jarního ječmene v 5. až 6. fázi Feekese od 0,150 do 0,300 % a v 7. až 8. fázi Feekese od 0,120 do 0,250 %. V našem souboru pak v 5. až 6. fázi Feekese bylo dostatečně zásobeno jen 39,8 % sledovaných porostů jarního ječmene a v 7. až 8. fázi Feekese 65,9 %.

Tato tendence je podobná té, kterou jsme zjistili u ozimé pšenice. Uvedené konfrontace svědčí o tom, že i řada porostů této obilniny trpí v provozních podmínkách našich zemědělských podniků nedostatkem hořčíku.



1. Průměrné hodnoty koncentrace hořčíku podle jednotlivých fází Feekese (podle standardizovaného počtu dní) u ozimé pšenice a jarního ječmene — Average magnesium concentrations in the Feekes stages (according to a standardized number of days) in winter wheat and spring barley

Také průměrné hodnoty procentuálního obsahu hořčíku, které jsme tímto sledováním na kontrolních stanovištích zjistili ve 4. a 6. fázi Feeke-se, jsou oproti průměrným hodnotám, dříve zjištěným v našich dlouhodobých pokusech (Baier a kol., 1981), nižší, obdobně jako tomu bylo u ozimé pšenice.

Porovnání srovnatelných výsledků (průměrů z let 1985 až 1987) u ozimé pšenice a jarního ječmene, jak je uvedené na obr. 1, svědčí o druhových rozdílech, které sice nejsou výrazné, ale přesto svědčí o tom, že ozimá pšenice se od jarního ječmene liší nižšími koncentracemi hořčíku. Ve 3. až 4. fázi Feeke-se jsou tyto rozdíly největší, zatímco v 7. až 10. fázi Feeke-se nejmenší.

## ZÁVĚR

Průběžný odběr vzorků rostlin ozimé pšenice a jarního ječmene během vegetace z agroekologicky rozmanitých stanovištních podmínek za šest až sedm let a analýzy nadzemní biomasy na obsah hořčíku (% Mg) v sušině umožnily touto monitorovací metodou posoudit dynamiku a stav výživy dvou obilnin hořčíkem.

Bylo prokázáno, že od odnožování do metání dochází ke zředování koncentrace hořčíku v sušině nadzemní biomasy, a to zhruba o jednu třetinu jak u ozimé pšenice, tak u jarního ječmene. Průměrné hodnoty koncentrací hořčíku ležely po celou vegetaci u jarního ječmene výše než u ozimé pšenice, a to v průměru o 14 %. Vedle druhových rozdílů byly pozorovány i ročníkové vlivy na obsah hořčíku v rostlinách.

Na základě konfrontace s literárními údaji bylo zjištěno, že období odnožování leželo v oblasti dostatečného zásobení rostlin pouze 21,2 % ozimých pšenic a 39,8 % jarních ječmenů. V době sloupkování byl výživný stav hořčíkem o něco příznivější, takže dostatečně zásobených ozimých pšenic bylo 50,4 % a jarních ječmenů 65,9 %.

Také porovnání s dřívějšími výsledky, získanými z našich dlouhodobých výživářských pokusů, potvrdilo trend narůstajících schodků ve výživě zemědělských plodin jako důsledek nedostatečného přívodu této živiny do zemědělského koloběhu živin.

## Poděkování

Autoři děkují všem externím spolupracovníkům za iniciativu a vzornou práci, kterou vynaložili při odběru vzorků rostlin z kontrolních stanovišť a při analýzách v chemických laboratořích.

## Literatura

- BAIER, J. a kol.: Koncentrace živin v sušině hlavních polních plodin v různých ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 6, s. 605-614.  
BAIER, J. a kol.: Příjem živin během vegetace u pšenice ozimé z hlediska maximalizace výnosů. [Závěrečná zpráva.] Praha — Ruzyně, VÚRV 1984.  
BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Abeceda výživy rostlin a hnojení. Praha, SZN 1985, 360 s.  
BAIER, J. — SMETÁNKOVÁ, M. — BAIEROVÁ, V.: Diagnostika výživy rostlin. Praha, Inst. Vých. Vzděl. MZVŽ ČSR 1988, 284 s.  
BERGMANN, W.: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, VEB Gustav-Fischer-Verlag 1983.



BERGMANN, W. — NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Jena, VEB Gustav-Fischer-Verlag 1976, 711 s.

FECENKO, J.: Optimalizácia výživy rastlín horčíkom v podmienkach vysokej intenzity hnojenia. Poľnohospodárska veda, Série A, Poľnohospodárstvo 2, Bratislava, 1986, 169 s.

JAVORSKÝ, P. a kol.: Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. MZVŽ ČSR 1983, 287 s.

MENGEL, K. — KIRBY, E. A.: Principles of Plant Nutrition. 3. vyd. Bern. Int. Pot. Inst. 1982, 655 s.

MØLLER-NIELSEN, J.: Modelling and simulation. Example and fertilization system. In: HANSEN, H. (ed.): Proc. 7<sup>th</sup> int. Colloq. Optimiz. Pl. Nutr. — A. I. O. P. N., Nyborg, 28. 8. — 2. 9. 1988.

PRŮŠA, V.: Problematika výživy rostlin horčíkem v Československu. In: Sbor. Ref. věd. Symp. Výž. Rostl., Jánské Lázně, 1968, s. 115-120.

Došlo dne 4. 1. 1989

БАЙЕР, Я. — БАЙЕРОВА, В. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Содержание магния в надземной биомассе зерновых хлебов. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 603-610.

Мониторинг состояния питания сельскохозяйственных культур в Чехословакии позволил при помощи обширной сети контрольных точек в течении шести-семилетнего наблюдения оценить у пшеницы озимой и ячменя ярового динамику состояния питания магнием в течении вегетации от кущения до выметывания. Концентрация магния в сухом веществе надземной биомассы в течении вегетации обладала понижающимся трендом. Исходные значения в начале вегетации понижались до выметывания в среднем на 30 %. Содержание магния у ячменя ярового было большим, чем у озимой пшеницы, причем в среднем на 14 %. В широком интервале значений концентраций в этой фазе вегетации (по Феекесу) находилось у пшеницы озимой только 21,2—50,4 % случаев в области достаточного запаса растений магнием. У ячменя ярового это проявлялось только в 39,8—65,9 % случаев. Установленные недостатки в питании изучаемых зерновых хлебов можно считать последствием недостаточной подачи магния удобрениями в интенсивное растениеводство.

магний; содержание в растениях в ходе вегетации; пшеница озимая; ячмень яровой; мониторинг состояния питания

BAIER, J. — BAIEROVÁ, V. (Research Institute of Crop Production, Praha — Ruzyně): *Magnesium Content in the Above-Ground Biomass of Cereals*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 603-610.

During a six- to seven-year investigation, a monitoring of the nutrition state of agricultural crops in Czechoslovakia, based on a wide network of check plots, allowed to evaluate the pattern of changes in the state of nutrition of winter wheat and spring barley during the growing season to heading. The concentration of magnesium in the dry matter of above-ground biomass had a descending tendency during the growing season. The original values, recorded at the onset of growing, decreased by about 30 %, on an average, until the heading time. Spring barley had more magnesium than winter wheat, the difference being 14 %, on an average. Within the wide interval of concentrations in the same stage of development (Feekes stage), only 21.2 to 50.4 % of the monitored data on winter wheat suggested a sufficient magnesium supply to the plants. In spring barley the proportion of such data was only 39.8 to 65.9 %. These magnesium deficits in winter wheat and spring barley nutrition can be regarded as consequences of a low supply of fertilizer magnesium to intensive arable farming.

magnesium; contents in plants during growing season; winter wheat; spring barley; monitoring the state of nutrition

---

Adresa autorů:

Ing. Jan Baier, DrSc., Věra Baierová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---

# VLIV VÁPŇÍKU A DRASLÍKU NA OBSAH A VÝNOS ŠKROBU U PRŮMYSLOVÝCH BRAMBOR

B. Míča, B. Vokál

---

MÍČA, B. — VOKÁL, B. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Vliv vápníku a draslíku na obsah a výnos škrobu u průmyslových brambor*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 611-618.

V tříletém nádobovém pokusu byl sledován vliv vápníku (dávky a způsobu aplikace) na obsah a výnos škrobu a na obsah draslíku. Bylo zjištěno (u pozdní průmyslové odrůdy Kamýk) poměrně příznivé působení přímého vápnění na obsah a výnos škrobu. Relativně nejlepší výsledky byly zjištěny při aplikaci v období tři týdny po vzejití bramborů v dávce 100 kg Ca na 1 ha. S ohledem na dřívější výsledky bude účelné prověřit výsledky nádobového pokusu v polních podmínkách, zejména z hlediska použití u skupiny pozdních průmyslových brambor. Přímá závislost mezi výší obsahu draslíku a dávkou vápníku zjištěna nebyla.

brambory; vápník; obsah a výnos škrobu; obsah draslíku

---

Při pěstování průmyslových brambor je nutno se zaměřit na takový obsah škrobu, aby byly docíleny jeho co nejvyšší výnosy (P r u m m e l, 1981). Výnos škrobu je pak dán výslednicí výnosu hlíz a obsahu škrobu. Jedním z faktorů ovlivňujících obě výše uvedené hodnoty je odpovídající hnojení. Je známo, že draslík má vliv na stupeň asimilace CO<sub>2</sub> (P e o p l e s, K o c h, 1979) i na translokaci fotosyntátů (M e n g e l, V i r o, 1974). Je však současně i známo, že jak nízké, tak i vysoké dávky draslíku mohou za určitých okolností být pro průmyslové brambory škodlivé (P r u m m e l, 1981). Přestože je draslík v rostlině velmi mobilní, je jeho příjem i retence v rostlinných buňkách soutěživě ovlivněna především vápníkem (E l z a m, H o d g e s, 1967). Úloha samotného vápníku ve výživě brambor není však zatím zcela doceněna. Ze současných znalostí vyplývá, že vápník v rostlině se podílí na četných metabolických pochodech (S c h e f f e r, W e l t e, 1955), současně otupuje půdní kyselost a zlepšuje půdní strukturu. Při vápnění je však mimo půdní charakteristiku nutné respektovat i potřebu plodin (V o k á l, M í č a, 1983).

Vzhledem k tomu, že se zvyšujícím se obsahem draslíku v hlíze je vytvořen předpoklad i k nárůstu obsahu škrobu (M í č a, V o k á l, 1988), vystupuje do popředí otázka, při předpokládané interakci K<sup>+</sup> a Ca<sup>2+</sup>, do jaké míry ovlivňuje různé hnojení vápníkem obsah draslíku v hlíze a následně i obsah a výnos škrobu.

## MATERIÁL A METODA

V letech 1982 až 1984 byly založeny nádobové pokusy s pozdní průmyslovou odrůdou Kamýk s odstupňovanými dávkami mletého vápence podle schématu:

| Varianta | kg . ha <sup>-1</sup> | Dávka Ca v čistých živinách v g na jednu nádobu |
|----------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| 1        | —                     | —                                               |
| 2        | 100                   | 0,5714                                          |
| 3        | 200                   | 1,1429                                          |
| 4        | 400                   | 2,2857                                          |
| 5        | 800                   | 4,5714                                          |
| 6        | 1600                  | 9,1429                                          |

Každá varianta byla členěna na subvarianty s různým termínem zapravení mletého vápence (33,6 % Ca):

- I. tři týdny po sklizni předplodiny brambor se zapravením do hloubky 15 cm;
- II. tři týdny před výsadbou se zapravením do hloubky 15 cm;
- III. tři týdny po výsadbě (těsně před vzejitím) se zapravením do hloubky 10 cm;
- IV. tři týdny po vzejití (na list) bez zapravení.

Vegetační nádoby z PVC o výšce  $v=290$  cm a šířce  $\bar{s}=280$  cm byly naplněny 20 kg zeminy odebrané z pole z profilu 0 až 20 cm po sklizni pšenice. Zemina byla odebrána z typicky bramborářského stanoviště bez hnojení hnojem v roce pokusu. Touto zemínou byly všechny nádoby plněny tři týdny po sklizni předplodiny, tj. v období prvního vápnění (subvarianta I.) Nádobový pokus byl založen v osmi opakováních. Fosfor (superfosfát dávka 80 kg č. ž./ha, tj. 0,4571 g na nádobu) a draslík (draselná sůl, dávka 200 kg č. ž./ha, tj. 1,1429 g na nádobu) byly jednotně aplikovány na podzim, dusík (120 kg č. ž./ha, tj. 0,6857 g na nádobu) v granulované močovině týden před výsadbou při promísení s 15cm vrstvou půdy. Agrochemická charakteristika půd v jednotlivých letech je uvedena v tab. I.

I. Agrochemická charakteristika půdních vzorků odebraných před založením pokusu — Agrochemical characteristics of soil samples taken before the start of the trial

|                                                   | 1982 | 1983 | 1984 |
|---------------------------------------------------|------|------|------|
| pH/KCl                                            | 6,4  | 5,8  | 6,4  |
| P (mg . kg <sup>-1</sup> ) podle Egnera           | 86   | 48   | 67   |
| K (mg . kg <sup>-1</sup> ) podle Schachtschabela  | 203  | 148  | 217  |
| Mg (mg . kg <sup>-1</sup> ) podle Schachtschabela | 43   | 24   | 42   |
| Humus (%)                                         | 2,16 | 1,68 | 2,34 |

U hlíz po fyziologickém dozrání byla sledována hmotnost hlíz a obsah sušiny a škrobu. Obsah sušiny byl stanoven sušením při 110 °C, obsah škrobu podle Ewerse, obsah draslíku plamennou fotometrií (D a v í d e k a kol., 1977).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Hmotnost hlíz jednoho trsu (tab. II) byla vysoce významně ovlivněna ročníkem (i když jde o nádobový pokus ve skleníku) a zkoušenými variantami (dávkami vápníku). Významný vliv ročníku souvisel především s vlivem použité půdy (tab. I), která v jednotlivých letech (zejména roku 1983) vykazovala poměrně výrazné kolísání hodnot agroche-

II. Hmotnost hlíz jednoho trsu v g (tříletý průměr) — The weight of tubers under a single hill, g (three-year average)

| Varianty                                |                      | Subvarianty          |                      |                      |                      | Průměr               |
|-----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                         |                      | I                    | II                   | III                  | IV                   |                      |
| 1                                       |                      | 372,37               | 372,37               | 372,37               | 372,37               | 372,37               |
| 2                                       |                      | 452,95 <sup>++</sup> | 452,12 <sup>++</sup> | 434,79 <sup>++</sup> | 463,70 <sup>++</sup> | 450,89 <sup>++</sup> |
| 3                                       |                      | 398,66               | 401,20               | 418,54               | 429,08 <sup>++</sup> | 411,87 <sup>++</sup> |
| 4                                       |                      | 375,45               | 360,20               | 376,16               | 401,70               | 378,38               |
| 5                                       |                      | 409,25               | 417,29 <sup>+</sup>  | 442,75 <sup>++</sup> | 477,16 <sup>++</sup> | 436,61 <sup>++</sup> |
| 6                                       |                      | 403,83               | 394,79               | 415,41               | 451,37 <sup>++</sup> | 416,35 <sup>++</sup> |
| Průměr variant 2 — 6                    |                      | 408,03               | 405,12               | 417,53               | 444,61               |                      |
| Analýza rozptylu — Analysis of variance |                      |                      |                      |                      |                      |                      |
| F-hodnota pro                           | varianty             | 7,18 <sup>++</sup>   | 9,19 <sup>++</sup>   | 6,80 <sup>++</sup>   | 13,31 <sup>++</sup>  | 32,07 <sup>++</sup>  |
|                                         | roky                 | 15,02 <sup>++</sup>  | 5,97 <sup>++</sup>   | 27,46 <sup>++</sup>  | 10,49 <sup>++</sup>  | 49,09 <sup>++</sup>  |
|                                         | varianty ×<br>× roky | 1,41                 | 0,79                 | 1,28                 | 1,18                 | 3,67 <sup>++</sup>   |
|                                         | subvarianty          |                      |                      |                      |                      | 6,81 <sup>++</sup>   |
| Průkazný rozdíl pro                     | varianty             |                      |                      |                      |                      |                      |
|                                         | $p = 0,05$           | 44,75                | 44,56                | 46,54                | 44,82                | 22,12                |
|                                         | $p = 0,01$           | 53,28                | 53,07                | 55,42                | 53,37                | 26,13                |
|                                         | roky                 |                      |                      |                      |                      |                      |
|                                         | $p = 0,05$           | 35,21                | 40,99                | 27,18                | 37,04                | 16,82                |
|                                         | $p = 0,01$           | 45,55                | 53,02                | 35,17                | 47,92                | 21,11                |
|                                         | subvarianty          |                      |                      |                      |                      |                      |
|                                         | $p = 0,05$           |                      |                      |                      |                      | 18,47                |
|                                         | $p = 0,01$           |                      |                      |                      |                      | 22,66                |

mické charakteristiky. Průběh počasí ovlivnil výsledky pokusu především prostřednictvím slunečního svitu a teplot. Vysoce významný vliv variant se uplatnil jak v průměru celého pokusu ( $F = 32,07^{++}$ ), tak u jednotlivých subvariant, tj. způsobu a termínu aplikace vápníku. V průměru pokusu byla hmotnost hlíz zvýšena ke kontrolní nehnojené variantě (varianta 1) vždy vysoce významně s výjimkou varianty 4 (400 kg Ca na 1 ha), u které zapravení vápníku hmotnost hlíz výrazně nezvýšilo. Tyto tendence platí jednoznačně u jednotlivých subvariant pouze v případě varianty 2 (100 kg Ca na 1 ha) a varianty 4 (400 kg Ca na 1 ha). Varianta 5 (800 kg Ca na 1 ha) neovlivnila významně hmotnost hlíz pouze tehdy, byla-li aplikována tři týdny po sklizni předplodiny brambor (subvarianta I). Naproti tomu u varianty 3 a 6 významného zvýšení hmotnosti hlíz bylo dosaženo pouze tehdy, byla-li stanovena dávka vápníku aplikovaná tři týdny po vzejití porostu na list brambor. Je zajímavé, že hmotnost hlíz, zjiště-

III. Obsah škrobu v % původní hmoty (tříletý průměr) — Starch content as % of original matter (three-year average)

| Varianty              | Subvarianty |       |       |       | Průměr |
|-----------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|
|                       | I           | II    | III   | IV    |        |
| 1                     | 18,43       | 18,43 | 18,43 | 18,43 | 18,43  |
| 2                     | 19,61       | 18,45 | 19,13 | 18,79 | 19,00  |
| 3                     | 18,79       | 18,88 | 19,60 | 18,98 | 19,06  |
| 4                     | 18,98       | 18,46 | 19,14 | 18,96 | 18,89  |
| 5                     | 18,98       | 19,08 | 19,17 | 18,82 | 19,01  |
| 6                     | 19,17       | 18,24 | 18,61 | 19,23 | 18,81  |
| Průměr variant<br>2—6 | 19,11       | 18,62 | 19,13 | 18,95 |        |

ná v případě varianty 4, nepřekonala v žádném případě výnos kontrolní varianty a při aplikaci vápníku tři týdny před výsadbou došlo dokonce k poklesu hmotnosti hlíz. Mezi zkoušenými subvariantami zapravení vápníku nebyly zaznamenány výrazné rozdíly až na výsledky zjištěné u subvarianty IV, u které byla v průměru, ale i u jednotlivých zkoušených variant zjištěna jednoznačně nejvyšší hmotnost hlíz jednoho trsu. Znamená to, že nefefektivnější bylo zapravení mletého vápence na list. Hodnotíme-li postavení jednotlivých kombinací variant a subvariant, pak nejvyšší hmotnost byla zaznamenána tehdy, byla-li použita dávka 800 kg Ca na 1 ha, a to v období tři týdny po vzejití brambor (subvarianta IV).

Vliv jednotlivých variant a subvariant na obsah škrobu v původní hmotě je uveden v tab. III. Hodnotíme-li průměr celého souboru, zjišťujeme, že přidání vápníku ve všech případech vedlo ke zvýšení obsahu škrobu v hlízách. Tato tendence byla potvrzena i u jednotlivých sub-

IV. Výnos škrobu v g na rostlinu (tříletý průměr) — Starch yield in g per plant (three-year average)

| Varianty              | Subvarianty |       |       |       | Průměr |
|-----------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|
|                       | I           | II    | III   | IV    |        |
| 1                     | 68,50       | 68,50 | 68,50 | 68,50 | 68,50  |
| 2                     | 87,99       | 82,86 | 82,54 | 86,76 | 85,04  |
| 3                     | 74,74       | 75,63 | 81,64 | 81,23 | 78,31  |
| 4                     | 70,37       | 65,65 | 70,86 | 75,42 | 70,58  |
| 5                     | 77,03       | 79,07 | 84,38 | 89,34 | 82,46  |
| 6                     | 76,70       | 71,80 | 76,77 | 86,48 | 77,94  |
| Průměr variant<br>2—6 | 77,33       | 75,00 | 79,19 | 83,85 |        |



V. Obsah škrobu v ‰ sušiny (třiletý průměr) — Starch content as ‰ of dry matter (three-year average)

| Varianty              | Subvarianty |       |       |       | Průměr |
|-----------------------|-------------|-------|-------|-------|--------|
|                       | I           | II    | III   | IV    |        |
| 1                     | 73,44       | 73,44 | 73,44 | 73,44 | 73,44  |
| 2                     | 78,75       | 75,49 | 76,68 | 76,84 | 76,94  |
| 3                     | 76,26       | 76,70 | 77,80 | 77,38 | 77,04  |
| 4                     | 76,09       | 74,85 | 77,53 | 75,63 | 76,03  |
| 5                     | 76,63       | 76,10 | 78,23 | 77,40 | 77,09  |
| 6                     | 77,78       | 72,66 | 75,46 | 77,71 | 75,90  |
| Průměr variant<br>2—6 | 77,10       | 75,05 | 77,14 | 76,99 |        |

variant s tím, že relativně nejméně příznivé působení bylo zaznamenáno tehdy, byl-li mletý vápenec aplikován tři týdny před výsadbou (subvarianta II). V průměru subvariant bylo poměrně nejlepších výsledků dosaženo při aplikaci mletého vápence tři týdny po sklizni předplodiny brambor a při aplikaci tři týdny po výsadbě (subvarianty I a IV). Z hlediska kombinací byl nejvyšší obsah škrobu zaznamenán při použití dávky 100 kg Ca na 1 ha v období tři týdny po sklizni předplodiny brambor a při použití dávky 200 kg Ca na 1 ha, která byla aplikována tři týdny po výsadbě. V případě tohoto ukazatele se nepotvrdila obecně udávaná tendence, že zvyšování hmotnosti hlíz je doprovázeno snižováním obsahu škrobu v hlízách.

Toto konstatování se projevilo zcela pochopitelně i s ohledem na výnos škrobu (tab. IV), neboť při porovnání s nevápněnou kontrolou došlo ve všech případech k poměrně výraznému zvýšení výnosu škrobu. V průměru byl zaznamenán nejvyšší výnos škrobu u varianty 2

VI. Obsah draslíku v ‰ sušiny (třiletý průměr) — Potassium content in ‰ of dry matter (three-year average)

| Varianty              | Subvarianty |      |      |      | Průměr |
|-----------------------|-------------|------|------|------|--------|
|                       | I           | II   | III  | IV   |        |
| 1                     | 1,55        | 1,55 | 1,55 | 1,55 | 1,55   |
| 2                     | 1,41        | 1,54 | 1,51 | 1,49 | 1,49   |
| 3                     | 1,48        | 1,43 | 1,53 | 1,44 | 1,47   |
| 4                     | 1,54        | 1,69 | 1,45 | 1,52 | 1,55   |
| 5                     | 1,48        | 1,62 | 1,50 | 1,53 | 1,53   |
| 6                     | 1,33        | 1,45 | 1,82 | 1,53 | 1,53   |
| Průměr variant<br>2—6 | 1,45        | 1,55 | 1,56 | 1,50 |        |

(100 kg Ca na 1 ha), ale zároveň i u varianty 5 (800 kg Ca na 1 ha). Co se týká subvariant, nejvyšší výnos škrobu zajistila subvarianta IV, ohledně kombinací variant a subvariant byl nejvyšší výnos zaznamenán tehdy, byla-li tři týdny po vzejití aplikována dávka 800 kg Ca na 1 ha.

Obsah škrobu vyjádřený v procentech sušiny (tab. V) byl ovlivněn vápněním pozitivně s výjimkou varianty 6 (byla-li dávka vápníku aplikována tři týdny před výsadbou). Z hlediska vzájemného porovnání doby aplikace byly dosaženy v průměru vyrovnané výsledky s minimálními vzájemnými rozdíly. Podobně tomu bylo i v průměru jednotlivých variant, u kterých použití dávky 100 až 800 kg Ca na 1 ha přineslo poměrně vyrovnané hodnoty obsahu škrobu, při použití dávky 1600 kg Ca na 1 ha došlo k určitému poklesu obsahu. Tento pokles nebyl již zcela jednoznačný u jednotlivých subvariant, nejvýrazněji průměrné výsledky ovlivnil snížený obsah škrobu u subvarianty II.

Obsah draslíku v procentech sušiny je uveden v tab. VI. Z hlediska variant došlo ve většině případů k poklesu obsahu draslíku pod úroveň nevápněné varianty. Rozdíly jsou poměrně velmi malé, v průměru byl nejnižší obsah zaznamenán při použití dávky 200 kg Ca na 1 ha. U jednotlivých subvariant byl nejnižší obsah draslíku zaznamenán tehdy, byl-li vápník aplikován tři týdny po sklizni předplodiny brambor. Relativně nižší hodnota byla zaznamenána i při aplikaci provedené tři týdny po vzejití. Mezi variantami 2 a 3 nebyl v průměru zaznamenán podstatný rozdíl. Nejvyšší obsah draslíku byl z hlediska kombinací variant a subvariant zjištěn při použití dávky 1600 kg Ca na 1 ha a jejím zapravení po vzejití brambor. Poměrně vyšších hodnot bylo dosaženo i tehdy, byla-li tři týdny před výsadbou aplikována dávka 400, případně 800 kg Ca na 1 ha. Opačně nejnižší obsah draslíku byl zjištěn při použití dávky 1600 kg Ca na 1 ha, aplikované tři týdny po sklizni předplodiny brambor. Přímou závislost výše dávky vápníku a výše obsahu draslíku však nelze vyvodit.

Souhrnně lze konstatovat, že u pozdní průmyslové odrůdy Kamýk působí přímé vápnění poměrně příznivě, a to jak vzhledem k hmotnosti hlíz, tak i s ohledem na obsah a v důsledku toho i na výnos škrobu. Tento výsledek se do určité míry odlišuje od předchozích zjištění a vyplývá zřejmě z odlišnosti délky vegetační doby sledovaných odrůd. Z toho vyplývá, že malá pohyblivost vápníku může při rozdílné délce vegetační doby sehrát svoji roli.

Z hodnocení dále vyplynulo, že relativně nejlepší výsledky byly zjištěny při aplikaci vápníku tři týdny po vzejití brambor a v dávce 100 kg Ca na 1 ha, případně 800 kg Ca na 1 ha. Celkově však výsledky ukazují u pozdní odrůdy na účelnost aplikace dávky 100 kg Ca na 1 ha na list brambor, i když je nutno brát v úvahu, že tento způsob aplikace nebude snadno proveditelný. Účinnost různorodé aplikace vápníku ve výživě rostlin může být do značné míry ovlivněna i přímým organickým hnojením, které nebylo v modelových pokusech použito. I s ohledem na dřívější výsledky bude účelné údaje získané v nádobovém pokuse ověřit v polních podmínkách a případně u skupiny pozdních průmyslových brambor upřesnit naše tvrzení, že přímé vápnění pro brambory všech užitkových směrů pěstování i délky vegetační doby není vhodné.

- DAVÍDEK, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977.
- ELZAM, O. E. — HODGES, T. K.: Calcium inhibition of potassium absorption in corn roots. *Pl. Physiol.*, 42, 1967, s. 1483-1488.
- MENGEL, K. — VIRO, M.: Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes. *Physiol. Plant.*, 30, 1974, s. 295-300.
- MÍČA, B. — VOKÁL, B.: Vztah mezi obsahem draslíku a škrobu u brambor. *Agrochémia*, 28, 1988, č. 3, s. 75-78.
- PEOPLES, T. R. — KOCH, D. W.: Role of potassium in carbon dioxide assimilation in *Medicago sativa* L. *Pl. Physiol.*, 63, 1979, s. 878-881.
- PRUMMEL, J.: Kalidüngung und Kartoffelqualität, *Kartoffelbau*, 32, 1981, s. 73-76.
- SCHEFFER, F. — WELTE, E.: Pflanzenernährung. 3. vyd. Stuttgart, F. Enke Verlag 1955.
- VOKÁL, B. — MÍČA, B.: Vliv různých dávek N, P, K, Ca a Mg na dynamiku počtu a hmotnosti hlíz bramboru. *Rostl. Výr.*, 29, 1983, č. 2, s. 139-146.

Došlo dne 1. 8. 1988

МИЧА, Б. — ВОКАЛ, Б. (ОСЕВА — Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Гавличкүв Брод): Влияние кальция и калия на содержание и урожай крахмала промышленного картофеля. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (6) : 611-618.

В трехлетнем опыте, проводимом в сосудах изучали влияние кальция (дозы и способа применения) на содержание и урожай крахмала и на содержание калия. Установили (у позднего промышленного сорта Камык), относительно благоприятное действие прямого известкования на содержание и урожай крахмала. Относительно самые лучшие результаты установили в случае применения дозы 100 кг Ca/га в период три недели после прорастания картофеля. Учитывая предыдущие результаты целесообразным будет проверить результаты опыта, проводимого в сосудах с результатами опыта, проводимого в полевых условиях, в основном использовании у группы позднего промышленного картофеля. Прямая зависимость между величиной содержания калия и дозы кальция не была установлена.

картофель; кальций; содержание и урожай крахмала; содержание калия

MÍČA, B. — VOKÁL, B. (OSEVA — Research and Breeding Institute of Potato Growing, Havlíčkův Brod): Effect of Calcium and Potassium on Starch Content and Yield in Industrial Potatoes. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (6) : 611-618.

A three-year pot trial was conducted to study the effect of calcium (application rate and method) on starch content and yield and on potassium content. Direct liming had a favourable influence on starch content and yield in the late industrial variety Kamýk. The results were relatively best when calcium was applied at a rate of 100 kg per ha three weeks after the emergence of potatoes. Considering the previous results it will be useful to verify the results of the pot trial under field conditions; this applies mainly to the group of late industrial potatoes. No direct relationship was found between potassium content and calcium application rate.

potatoes; calcium; starch content and yield; potassium content

MÍČA, B. — VOKÁL, B. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Kartoffelbau, Havlíčkův Brod): Einfluss von und Ca und K auf den Stärkeertrag und -gehalt bei Industriekartoffeln. *Rostl.*, 35, 1989 (6) : 611-618.

Bei einem dreijährigen Gefäßversuch untersuchten wir den Einfluß von Ca (Gabe und Applikationsmethode) auf den Stärkegehalt und -ertrag und auf den K-Gehalt. Wir stellten (bei der spätreifenden Industriessorte Kamýk) eine relativ positive Wirkung der direkten Kalkung auf den Stärkegehalt und -ertrag fest. Die relativ besten Ergebnisse wurden bei der Applikation 3 Wochen nach dem Auf-  
laufen der Kartoffeln in einer Gabe von 100 kg Ca/ha ermittelt. Mit Rücksicht

auf die früheren Ergebnisse wird es zweckmässig sein, die Ergebnisse des Gefässversuches unter Feldbedingungen insbesondere aus der Sicht des Einsatzes bei einer Gruppe von spätreifenden Industriekartoffeln zu überprüfen. Es konnte keine direkte Abhängigkeit zwischen dem K-Gehalt und der Ca-Gabe nachgewiesen werden.

Kartoffeln; Ca; Stärkegehalt und — ertrag; K-Gehalt

---

*Adresa autorů:*

Ing. Bohumil Míča, CSc., ing. Bohumil Vokál, CSc., OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 03 Havlíčkův Brod

---

# PŘÍJEM MAKROKATIONTŮ A JEJICH INTERAKCE PŘI RŮZNÉM ZASTOUPENÍ V ŽIVNÉM ROZTOKU

J. Matula

MATULA, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Příjem makrokationtů a jejich interakce při různém zastoupení v živném roztoku*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 619-627.

V modelových pokusech za řízených klimatických podmínek byl sledován obsah dusíku, draslíku, vápníku, hořčíku a sodíku v jarní pšenici po třítydenní kultivaci v živném prostředí. Byl prověřován vliv tří úrovní koncentrace chemických ekvivalentů v prostředí (1 mM, 10 mM a 100 mM) pěti kationtů ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  a  $NH_4^+$ ) v chloridové formě při čtyřech vzájemných poměrech zastoupení, a to při rovnoměrném 20 % zastoupení a dále při stupňování vždy jednoho kationtu na 40, 60 a 80 % zastoupení. Podíl ostatních kationtů zůstával vždy stejný (15, 10 a 5 %) v závislosti na výši stupňovaného kationtu. Stupňování koncentračních hladin živného prostředí významně ovlivňovalo obsah živin v pšenici ve prospěch draslíku. Poměry zastoupení kationtů v prostředí v rámci koncentrace 1 mM minimálně ovlivňovaly jejich obsah v rostlině. Zvýšená aktivita  $K^+$  od koncentrace prostředí 10 mM již méně potlačovala obsah ostatních kationtů v rostlině. Výrazně však stoupal vlastní obsah draslíku v rostlině, a tím i suma všech kationtů. Naproti tomu stupňované zastoupení  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  a  $Na^+$  v prostředí nezvyšovalo celkový obsah kationtů v rostlině. Byl registrován jejich antagonistický vliv na obsah draslíku v rostlině. Nebyl zjištěn významný antagonismus mezi hořčíkem a vápníkem. Největším konkurentem v příjmu draslíku byl  $NH_4^+$ . Draslík se projevoval jako nejaktivnější kationt ze skupiny sledovaných kationtů. Proto prvořadým předpokladem produkce kvalitních objemných krmiv o vhodném minerálním složení bude stanovení a realizace náležité aktivity draslíku v živném prostředí.

interakce; kationty; draslík; vápník; hořčík; sodík; amonium-iont; pšenice

V příjmu kationtů rostlinou ve srovnání s příjmem aniontů jsou uváděny značné interakce antagonistického charakteru (Mengel, Kirkby, 1982; Robson, Pitman, 1983). Poznání podmínek interakcí může mít značný praktický význam, neboť minerální složení vegetativní fyto-masy je významným faktorem konečného zužitkování polygastrických zvířat (Blaxter et al., 1980) a rovněž jejich zdravotního stavu (Samesek, 1983). Všechny skutečné příčiny interakcí v příjmu kationtů nejsou však zcela objasněny. Smyslem předložené práce bylo prověřit interakce mezi pěti významnými kationty, převážně hlavními živinami ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) při třech koncentračních hladinách živného prostředí a při různé dominanci jednoho kationtu. Koncentrace



1 mM měla představovat tzv. mikropříjem mechanismem (systémem) 1 (Epstein, 1972; Hiatt, Legget, 1974). Koncentrační hladina 10 mM reprezentuje námi často zjišťovanou koncentraci půdního roztoku v orných půdách Československa. Třetí koncentrační hladina měla podat informaci při extrémní situaci.

## MATERIÁL A METODA

Skleněné krystalizační nádoby o průměru 200 mm a výšce 75 mm byly plněny 750 ml inertního křemenného písku. Takto vzniklé kultivační lůžko bylo zalito 200 ml živného roztoku, čímž došlo k 67% nasycení pórů lůžka roztokem. Na povrch pískové vrstvy bylo vyséváno po 94 zrnech jarní pšenice odrůdy Sóló, která byla překryta 400 ml zrnitého polyetylénu o velikosti zrn 4 mm za účelem omezení odparu. Skleněným víkem zakryté nádoby byly umístěny do klimatizační místnosti s řízeným světelným a teplotním režimem (den: 12 h, intenzita osvětlení 15 000 lx, 24 °C; noc: 15 °C). Případný úbytek vláhy byl kontrolován vážením a upravován na výchozí stav. Pokusy probíhaly v lednu až květnu 1975. Po 21 dnech byl pokus ukončen sklizní nadzemní hmoty. Rostliny byly sušeny při 65 °C do konstantní hmotnosti a sušina analyzována na obsah dusíku, draslíku, vápníku, hořčíku a sodíku běžnými postupy (Javorský et al., 1987). Kultivace rostlin probíhala při třech koncentračních hladinách chemických ekvivalentů kationtů: 1 mM, 10 mM a 100 mM. V rámci každé koncentrační hladiny bylo modelováno procentuální zastoupení pěti kationtů ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  a  $NH_4^+$ ) v chloridové formě v těchto relacích:

- a) rovnoměrné zastoupení po 20 %;
- b) stupňování vždy jednoho kationtu na 40% zastoupení, ostatní kationty po 15 %;
- c) stupňování vždy jednoho kationtu na 60% zastoupení, ostatní kationty po 10 %;
- d) stupňování vždy jednoho kationtu na 80% zastoupení, ostatní kationty vždy po 5 %.

## VÝSLEDKY

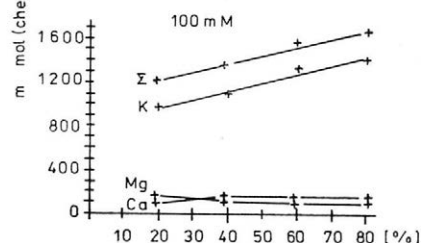
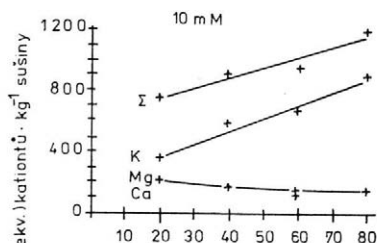
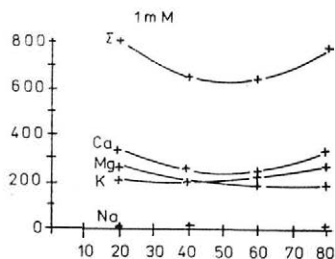
Vliv stupňovaného zastoupení draslíku v živném prostředí na změny obsahu kationtů v nadzemní hmotě pšenice je znázorněn na obr. 1. Vzrůst koncentrační hladiny prostředí při rovnoměrném zastoupení ekvivalentů kationtů (tj. po 20 %) vyvolával výrazné zvýšení obsahu draslíku v rostlině: při změně koncentrace prostředí z 1 mM na 10 mM 1,8krát a z 1 mM na 100 mM však již 4,9krát; při změně koncentrace z 10 mM na 100 mM 2,7krát. V rámci koncentrace živného prostředí 1 mM stupňované zastoupení draslíku minimálně ovlivňovalo obsah jednotlivých kationtů. Mírný pokles obsahu hořčíku korespondoval se vzrůstem obsahu draslíku. Byla zaznamenána zajímavá reakce rostliny v obsahu vápníku, a sice mírný pokles do 50% zastoupení draslíku v prostředí, po kterém následoval jeho opětový vzestup. Tyto tendence ovlivnily i celkový obsah všech kationtů. Při koncentraci živného prostředí 10 mM a 100 mM byl zaznamenán plynulý vzrůst obsahu draslíku v rostlinách se stupňováním jeho zastoupení v prostředí. Vzrůst obsahu draslíku v rostlinách byl podstatně výraznější než pokles ostatních kationtů. Tím se promítl do vzrůstu obsahu sumy kationtů v rostlině.

Změny obsahu kationtů v nadzemní hmotě pšenice v závislosti na změně zastoupení hořčíku v živném prostředí jsou uvedeny na obr. 2.

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1070,75 - 17,357x + 0,1688x^2 & r^2 &= 0,9999 \\
 Y_{Ca} &= 525,15 - 11,725x + 0,1155x^2 & r^2 &= 0,9827 \\
 Y_K &= 204,68 - 0,948x + 0,0192x^2 & r^2 &= 0,9904 \\
 Y_{Mg} &= 329,08 - 4,398x + 0,031x^2 & r^2 &= 0,9163 \\
 Y_{Na} &= 11,05 - 0,286x + 3,25 \cdot 10^{-3}x^2 & r^2 &= 0,9667
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 611 + 6,535x & r^2 &= 0,9246 \\
 Y_K &= 195,7 + 8,337x & r^2 &= 0,9752 \\
 Y_{Mg} &= 257,1 - 3,515x + 0,0257x^2 & r^2 &= 0,9985 \\
 Y_{Ca} &= 268,8 - 4,263x + 0,0344x^2 & r^2 &= 0,9544 \\
 Y_{Na} &= 3,75 + 0,154x - 0,0014x^2 & r^2 &= 0,6194
 \end{aligned}$$

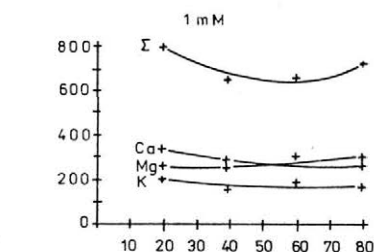
$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1061,45 + 7,511x & r^2 &= 0,9857 \\
 Y_K &= 791,55 + 7,8895x & r^2 &= 0,9890 \\
 Y_{Ca} &= 7,5 + 5,025x - 0,0438x^2 & r^2 &= 0,7730 \\
 Y_{Mg} &= 195,43 - 3,3513x + 0,0257x^2 & r^2 &= 0,9821 \\
 Y_{Na} &= 30,5 - 0,2425x & r^2 &= 0,9468
 \end{aligned}$$



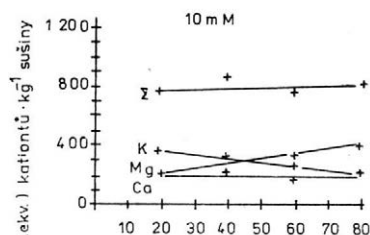
1. Interakce v příjmu kationtů pšenice při třech koncentračních hladinách prostředí a stupňovaném zastoupení draslíku (%) — Interactions in the uptake of cations by wheat at three concentrations in the medium and at graduated proportions of potassium (%)

Zjištěné hodnoty nebyly tak výrazné jako v případě draslíku. V rámci koncentrační hladiny 1 mM byl stanoven 23% přírůstek obsahu hořčíku v rostlině mezi jeho nejnižším a nejvyšším zastoupením v prostředí, který byl na druhou stranu spojen s 18% depresí vápníku a 12% depresí draslíku. Při koncentrační hladině prostředí 10 mM byly registrovány výraznější interakce mezi hořčíkem a draslíkem. Jednonásobnému zvýšení obsahu hořčíku odpovídalo 0,4násobné snížení obsahu draslíku v rostlině. Změny v obsahu vápníku a sodíku byly minimální. Interakce probíhaly bez výraznějšího ovlivnění obsahu sumy sledovaných kationtů v rostlině. Při koncentraci prostředí 100 mM byl obsah hořčíku nižší než u předešlých koncentrací. Rovněž nedošlo k jeho výraznějšímu vzestupu při vysokém podílu jeho zastoupení v prostředí. Stupňované zastoupení hořčíku v prostředí nejvýrazněji snižovalo pokles extrémně vysokého obsahu draslíku v rostlině, a tím došlo i k poklesu obsahu sumy kationtů v rostlině. Interakce mezi ostatními kationty nebyly tak výrazné.

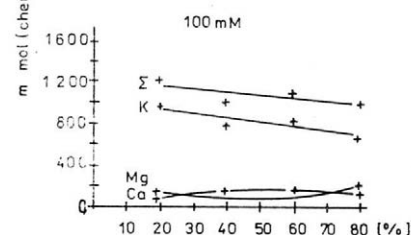
Na obr. 3 jsou podchyceny obsahy kationtů v nadzemní hmotě pšenice v závislosti na zastoupení vápníku v živném prostředí. V rámci koncentrace prostředí 1 mM nebyly shledány významné změny. Pro koncentrační hladinu 10 mM a 100 mM byl zjištěn výrazný antagonismus



$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1018,5 - 14,17x + 0,1305x^2 & r^2 &= 0,9797 \\
 Y_{Mg} &= 252,95 - 0,5905x + 0,0154x^2 & r^2 &= 0,6145 \\
 Y_{Ca} &= 388,58 - 3,782x + 0,0281x^2 & r^2 &= 0,5109 \\
 Y_K &= 213,4 - 1,380x + 9,87 \cdot 10^{-3}x^2 & r^2 &= 0,4117 \\
 Y_{Na} &= 2,425 + 0,298x - 3,56 \cdot 10^{-3}x^2 & r^2 &= 0,7833
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 776,1 + 0,203x & r^2 &= 0,0134 \\
 Y_{Mg} &= 139,9 + 3,169x & r^2 &= 0,9858 \\
 Y_K &= 411,8 - 2,546x & r^2 &= 0,9722 \\
 Y_{Ca} &= 217,5 - 0,425x & r^2 &= 0,1435 \\
 Y_{Na} &= 10,1 - 0,042x & r^2 &= 0,672
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1232,3 - 3,573x & r^2 &= 0,6289 \\
 Y_K &= 1011,6 - 4,426x & r^2 &= 0,8089 \\
 Y_{Mg} &= 251,0 - 7,491x + 0,0823x^2 & r^2 &= 0,8910 \\
 Y_{Ca} &= 26,25 + 6,938x - 0,0656x^2 & r^2 &= 0,9898 \\
 Y_{Na} &= 41,9 - 0,889x + 6,25 \cdot 10^{-3}x^2 & r^2 &= 0,9827
 \end{aligned}$$

2. Interakce v příjmu kationtů pšenice při třech koncentračních hladinách prostředí a stupňovaném zastoupení hořčíku (‰) — Interactions in the uptake of cations by wheat at three concentrations in the medium and at graduated proportions of magnesium (‰)

vápníku k draslíku, bez vlivu na změnu obsahu sumy kationtů v rostlině. Při koncentraci prostředí 1 mM a 10 mM suma obsahu kationtů v rostlině byla podobné výše, ca 730 mmol. kg<sup>-1</sup>. Kdežto při koncentraci 100 mM obsah sumy kationtů byl v průměru o 67 % vyšší. Příčinou byl vysoký obsah draslíku.

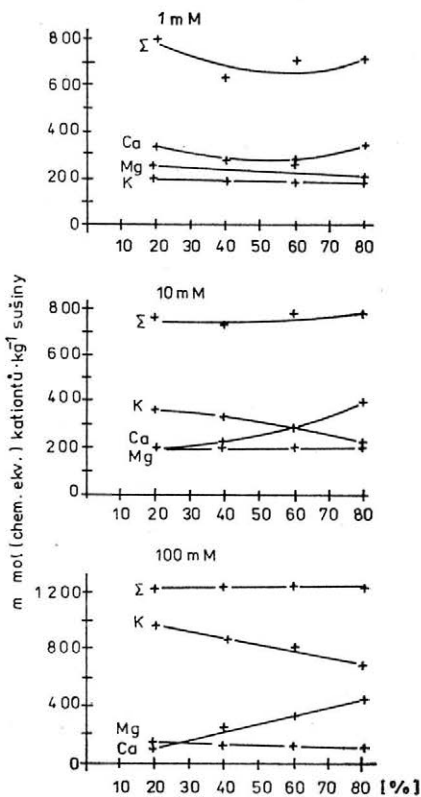
Vliv stupňovaného zastoupení sodíku v prostředí na minerální složení rostlin je zpracován na obr. 4. Podobně jako v předchozích případech při koncentrační hladině prostředí 1 mM byly stanoveny malé změny v rostlině. K prolomení bariéry, významnému průniku sodíku do rostliny došlo v rámci koncentrace prostředí 10 mM, když koncentrace sodíku převyšovala 5 mM. Zde byl stanoven antagonistický vztah sodíku pouze k draslíku. Nebyl ovlivněn obsah vápníku a hořčíku v rostlině. Kdežto při koncentraci prostředí 100 mM došlo navíc ještě k depresi obsahu hořčíku. Při této koncentraci prostředí obsah vápníku nejdříve vzrůstal do 40% zastoupení sodíku v prostředí. Při jeho vyšším zastoupení v prostředí obsah vápníku znovu klesal. Zůstal však na vyšší úrovni než při počátečním, vyrovnaném zastoupení kationtů.

Vliv zastoupení NH<sub>4</sub><sup>+</sup> v živném prostředí na obsah kationtů je vyhodnocen na obr. 5. Vzrůst poměrného zastoupení NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mezi kationty již při nízké koncentraci prostředí 1 mM snižoval obsah draslíku a hoř-

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 951,5 - 10,758x + 0,0975x^2 & r^2 &= 0,6263 \\
 Y_{Ca} &= 442,4 - 6,875x + 0,0688x^2 & r^2 &= 0,9603 \\
 Y_{Mg} &= 251 - 0,658x & r^2 &= 0,1969 \\
 Y_K &= 223,9 - 1,717x + 0,0128x^2 & r^2 &= 0,9971 \\
 Y_{Na} &= 13,7 - 0,483x + 0,0057x^2 & r^2 &= 0,9848
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 760,95 - 1,211x + 0,181x^2 & r^2 &= 0,6150 \\
 Y_{Ca} &= 196,25 - 0,9375x + 0,0406x^2 & r^2 &= 0,9985 \\
 Y_K &= 362,53 - 0,2602x - 0,0208x^2 & r^2 &= 0,9965 \\
 Y_{Mg} &= 197,5 - 0,164x & r^2 &= 0,200 \\
 Y_{Na} &= 11,15 - 0,064x & r^2 &= 0,7468
 \end{aligned}$$

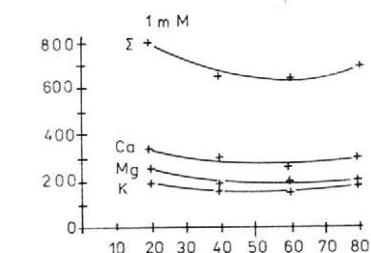
$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1213,6 + 0,1445x & r^2 &= 0,0869 \\
 Y_K &= 1053,7 - 4,7195x & r^2 &= 0,9877 \\
 Y_{Ca} &= -20 + 5,875x & r^2 &= 0,9866 \\
 Y_{Mg} &= 148,15 - 0,7x & r^2 &= 0,7713 \\
 Y_{Na} &= 31,75 - 0,311x & r^2 &= 0,9583
 \end{aligned}$$



3. Interakce v příjmu kationtů pšenice při třech koncentračních hladinách prostředí a stupňovaném zastoupení vápníku (‰) — Interactions in the uptake of cations by wheat at three concentrations in the medium and at graduated proportions of calcium (‰)

číku v rostlině. Obsah vápníku byl ovlivněn minimálně. Při koncentraci prostředí 10 mM a 100 mM byl antagonistický vliv  $NH_4^+$  na draslík, hořčík a sodík silnější. Obsah vápníku v rostlině zůstal prakticky beze změny.

Stupňovaná koncentrace živného prostředí znamenala významné posuny v zastoupení kationtů v rostlině. Při koncentraci prostředí 1 mM a rovnoměrném zastoupení kationtů byl dominantním kationtem v rostlině vápník, potom hořčík a po něm draslík. Při vyšším zastoupení draslíku v prostředí nad 0,5 mM obsah draslíku v rostlině začal převyšovat hořčík. Při koncentraci prostředí 10 mM a rovnoměrném zastoupení kationtů se stává výrazně dominantním kationtem v rostlině draslík. Tento efekt je spojen s hlubokou depresí vápníku a hořčíku bez odezvy v sumě sledovaných kationtů v rostlině. Vzrůst aktivity draslíku v prostředí je spojen s jeho strmým vzrůstem v rostlině, který se rovněž odráží ve vzrůstu sumy kationtů v rostlině. Při koncentraci prostředí 100 mM se dominantní zastoupení draslíku v rostlině dále extrémně zvyšuje i při vyrovnaném zastoupení kationtů v prostředí. Suma kationtů v rostlině je výrazně vyšší. Dochází k další depresi obsahu vápníku a hořčíku v rostlině. Dále rovněž stoupá obsah draslíku v rostlině se vzrůstem jeho zastoupení v prostředí.



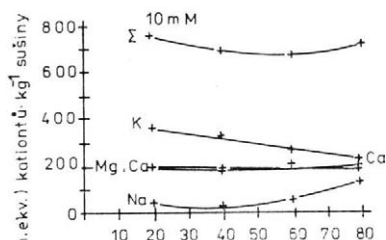
$$Y_{\Sigma} = 1001,9 - 13,006x + 0,1135x^2 \quad r^2 = 0,9802$$

$$Y_{Ca} = 424,9 - 5,175x + 0,0438x^2 \quad r^2 = 0,8867$$

$$Y_{Mg} = 333,3 - 4,936x + 0,0411x^2 \quad r^2 = 0,8782$$

$$Y_K = 233,5 - 2,592x + 0,024x^2 \quad r^2 = 0,6850$$

$$Y_{Na} = 10,3 - 0,304x + 4,63 \cdot 10^{-3}x^2 \quad r^2 = 0,9480$$



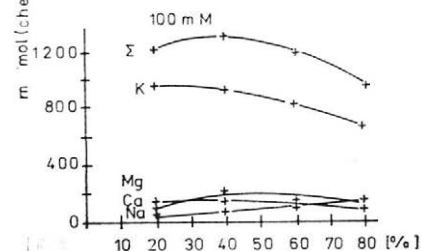
$$Y_{\Sigma} = 876,23 - 7,554x + 0,0689x^2 \quad r^2 = 0,9998$$

$$Y_K = 384,98 - 1,397x - 9,56 \cdot 10^{-3}x^2 \quad r^2 = 0,9861$$

$$Y_{Ca} = 217,5 - 1,675x + 0,0188x^2 \quad r^2 = 0,5545$$

$$Y_{Mg} = 218 - 1,271x + 0,0103x^2 \quad r^2 = 0,9333$$

$$Y_{Na} = 55,75 - 3,211x + 0,0495x^2 \quad r^2 = 0,9922$$



$$Y_{\Sigma} = 967,6 + 16,387x - 0,2062x^2 \quad r^2 = 0,9936$$

$$Y_K = 922,8 + 3,259x - 0,0846x^2 \quad r^2 = 0,9980$$

$$Y_{Ca} = 52,5 + 9,05x - 0,0875x^2 \quad r^2 = 0,7785$$

$$Y_{Na} = -3,2 + 1,742x \quad r^2 = 0,9793$$

$$Y_{Mg} = 127,6 + 0,987x - 0,0206x^2 \quad r^2 = 0,9948$$

4. Interakce v příjmu kationtů pšenice při třech koncentračních hladinách a stupňovaném zastoupení sodíku (%) — Interactions in the uptake of cations by wheat at three concentrations in the medium and at graduated proportions of sodium (%)

## DISKUSE

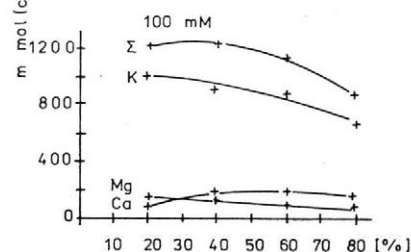
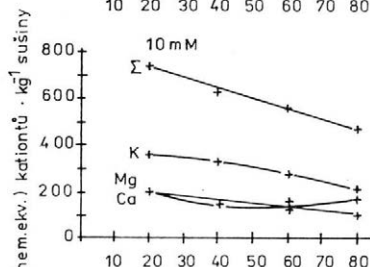
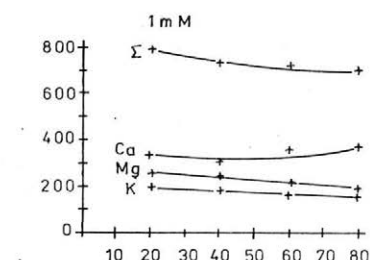
Zjištěné minimální změny ve složení nadzemní hmoty pšenice v oblasti mikropříjmu dokumentují vysoký stupeň selektivity v příjmu kationtů, což je v souladu s řadou autorů (Epstein, 1972; Hiatt, Legget, 1974; Mengel, Kirkby, 1982). Přesto při koncentraci prostředí 1 mM byl registrován zřetelný antagonismus draslíku k hořčíku. Se vzrůstem zastoupení draslíku v prostředí mezi kationty nad 50 % došlo k převýšení obsahu draslíku v rostlině nad obsahem hořčíku. Epstein (1972) je toho názoru, že při koncentraci 0,1 až 1 mM by nemělo docházet k interakcím mezi rozdílnými kationty. V našem případě od koncentrace  $K^+$  0,4 mM byl zaznamenán jeho vyšší příjem na úkor hořčíku. Toto zjištění spíše odpovídá výsledkům, které uveřejnili Cheeseman, Hanson (1979), kteří při koncentraci  $K^+$  nad 0,5 mM pozorovali zvýhodnění pasivního vstupu draslíku nad aktivním u kuřice.

Naše výsledky nepodporují běžně rozšířený názor o vzájemně oboustranném antagonismu mezi vápníkem a hořčíkem. V oblasti koncentrace prostředí praktického významu (10 mM) nebyly pozorovány významnější interakce mezi těmito kationty. Vzrůst jejich aktivity v prostředí interferoval hlavně s draslíkem.

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 867,28 - 4,473x + 0,0288x^2 & r^2 &= 0,9914 \\
 Y_{Ca} &= 373,65 - 2,863x + 0,0344x^2 & r^2 &= 0,7585 \\
 Y_{Mg} &= 288 - 1,316x & r^2 &= 0,9481 \\
 Y_K &= 207,2 - 0,768x & r^2 &= 0,9784 \\
 Y_{Na} &= 6,3 + 0,080x - 0,0016x^2 & r^2 &= 0,5855
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 836,5 - 4,817x & r^2 &= 0,9854 \\
 Y_K &= 370,3 - 0,444x - 0,208x^2 & r^2 &= 0,9891 \\
 Y_{Ca} &= 287,5 - 5,65x + 0,05x^2 & r^2 &= 0,9980 \\
 Y_{Mg} &= 226,3 - 1,56x & r^2 &= 0,8390 \\
 Y_{Na} &= 13,75 - 0,247x + 0,0016x^2 & r^2 &= 0,9791
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_{\Sigma} &= 1037,1 + 11,873x - 0,1758x^2 & r^2 &= 0,9960 \\
 Y_K &= 969 + 1,6x - 0,0672x^2 & r^2 &= 0,9472 \\
 Y_{Ca} &= -4,5 + 8,25x - 0,075x^2 & r^2 &= 0,9043 \\
 Y_{Mg} &= 176,95 - 1,4405x & r^2 &= 0,9458 \\
 Y_{Na} &= 32,4 - 0,304x & r^2 &= 0,990
 \end{aligned}$$



5. Interakce v příjmu kationtů pšenice při třech koncentračních hladinách prostředí a stupňovaném zastoupení amonium-iontu (‰) — Interactions in the uptake of cations by wheat at three concentrations in the medium and at graduated proportions of ammonium ion (‰)

Největším konkurentem v příjmu draslíku byl potvrzen  $NH_4^+$ . Výživa rostlin amoniakálním dusíkem jako jediným zdrojem vyvolává poněkud vyšší absorpci kationtů, protože veškeré požadavky na dusík jsou uhrazovány pouze ve formě  $NH_4^+$ . Tato skutečnost by mohla být důvodem, že příjem ostatních kationtů je nižší (Mengel, 1974). Prudký pokles sumy kationtů ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  a  $Na^+$ ) v rostlině je dokumentován na obr. 5.

Při vzrůstu disproporce v zastoupení mezi kationty ve prospěch  $K^+$  a  $NH_4^+$  v oblasti mikropříjmu bylo zaznamenáno zvýšení obsahu vápníku v rostlině, které by pravděpodobně mohlo být vysvětleno jeho významem pro udržení integrity a funkce rostlinných membrán (Epstein, 1972; Mengel, Kirkby, 1982; Steer, 1988) obrannou reakcí rostliny proti disproporcím v živném prostředí. Nepřímé důkazy o pravděpodobné účasti vápníku v obranném mechanismu jsou naznačeny v řadě dalších případů (obr. 1, 2, 4 a 5).

## Literatura

BLAXTER, K. et al.: The nutrient requirement of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, The Gresham Press, Surrey, 1980.



- EPSTEIN, E.: Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. New York-London-Sydney-Toronto, John Wiley and Sons 1972.
- HIATT, A. J. — LEGGETT, J. E.: Tonic interactions and antagonisms in plants. In: E. W. CARSON (ed.): The plant root and its environment, Virginia, Polytechn. St. Univ. 1974, s. 101-134.
- CHEESEMAN, J. M. — HANSON, J. B.: Energy-linked potassium influx as related to cell potential in corn roots. Pl. Physiol., 64, 1979, s. 842-845.
- JAVORSKÝ, P. et al.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. MZVŽ ČSR 1987.
- MENGEL, K.: Plant ionic status. In: E. W. CARSON (ed.): The plant root and its environment, Virginia, Univ. Press 1974, s. 63-81.
- MENGEL, K. — KIRBKBY, E. A.: Principles of plant nutrition. 3. vyd. Int. Potash Inst. 1982.
- ROBSON, A. D. — PITMAN, M. G.: Interactions between nutrients in higher plants. In: LÄUCHLI, BIELSKI (eds): Encyclopedia of plant physiology, 15 A, Springer-Verlag 1983, s. 147-180.
- SAMEK, M.: Minerální metabolismus u krav a jejich telat v závislosti na ekologických podmínkách. [Kandidátská disertace.] Praha, 1983. Vys. Šk. zeměd.
- STEER, M. W.: The role of calcium in exocytosis and endocytosis in plant cells. Physiol. Plant., 72, 1988, s. 213-220.

Došlo dne 4. 1. 1989

**МАТУЛА, Й. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Рузыне): Поступление макрокатионов и их взаимодействие при различном представлении в питательном растворе. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 619-627.**

В модельных опытах, с управляемыми климатическими условиями изучали содержание азота, калия, кальция, магния и натрия в пшенице яровой, после трехнедельной культивации в питательной среде. Проверяли влияние трех уровней концентрации химических эквивалентов в среде (1 мМ, 10 мМ и 100 мМ) пяти катионов ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  и  $NH_4^+$ ) в форме хлоридов в случае четырех взаимных соотношений представления, и при 20 % равномерном представлении и далее при увеличении всегда одного катиона на 40, 60 и 80 % представления. Доля основных катионов всегда оставалась одинаковой (15, 10 и 5 %) в зависимости от величины увеличиваемого катиона. Увеличение уровней концентрации питательной среды знаменательно влияло на содержание питательных веществ в пшенице в пользу калия. Соотношения представления катионов в среде в рамках концентрации 1 мМ минимально влияли на их содержание в растении. Повышенная активность  $K^+$  от концентрации среды 10 мМ уже менее угнетала содержание остальных катионов в растении. Однако отчетливо повышалось собственное содержание калия в растении, а тем и сумма всех катионов. В противоположность данному увеличиваемое представление  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  и  $Na^+$  в среде не увеличивало общее содержание катионов в растении. Регистрировали их антагонистическое влияние на содержание калия в растении. Не установили знаменательное взаимное антагонистическое отношение между магнием и кальцием. Самым большим конкурентом в поступлении калия был  $NH_4^+$ . Калий проявился как один из наиболее активных катионов из группы изучаемых катионов. Поэтому первичной предпосылкой продукции качественных объемных кормов, при благоприятном минеральном составе будет определение и реализация надлежащей активности калия в питательной среде.

взаимодействие; катионы; калий; кальций; магний; натрий; ион аммония; пшеница

**MATULA, J. (Research Institute of Crop Production, Praha — Ruzyně): Macro-cations Present at Different Ratios in the Medium: their Uptake and Interactions. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 619-627.**

Model trials were conducted under controlled climatic conditions to study the contents of nitrogen, potassium, calcium, magnesium and sodium in spring wheat after three weeks of cultivation in nutrient medium. The effect of three concentrations of chemical equivalents in the medium (1 mM, 10 mM and 100 mM) was studied in five cations ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) in chloride form at four mutual ratios: first, all cations tested in 20% proportions and then each of

them in 40%, 60% and 80% proportions, the remaining cations being always present in 15%, 10% and 5% proportions, respectively, depending on the above-mentioned percentages of the first cation. An increase in the concentration of elements in the medium had a significant influence on nutrient content in wheat in favour of potassium. The ratios of cations in the medium within the 1 mM concentration had a minimum influence on their contents in the plant. An increased activity of  $K^+$  (10 mM and more) suppressed the contents of other cations in the plant less strongly, but the content of potassium itself in the plant increased markedly, thus increasing the sum of all cations. On the other hand, increasing proportions of  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  and  $Na^+$  in the medium did not increase the total cation contents in the plant: high presence of these cations in the medium was even antagonistic to potassium content in the plant. There was no significant antagonism between magnesium and calcium.  $NH_4^+$  competed most strongly with the uptake of potassium. Potassium was the most active cation of the group of the cations under study. Therefore, the main prerequisite for the production of good-quality roughage with a suitable mineral composition is the determination and implementation of a due activity of potassium in the medium.

interaction; cations; potassium; calcium; magnesium; sodium; ammonium ion; wheat

MATULA, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha — Ruzyně): *Aufnahme von Makrokationen und ihre Wechselwirkung bei unterschiedlicher Vertretung in der Nährlösung*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 619-627.

Bei unseren Modellversuchen unter geregelten Klimabedingungen untersuchten wir den N-, K-, Ca-, Mg- und N-Gehalt im Sommerweizen nach seiner dreiwöchigen Kultivierung im Nährmilieu. Wir untersuchten den Einfluss dreier Niveaus der Konzentration der chemischen Äquivalente im Milieu (1 mM, 10 mM und 100 mM) von fünf Kationen ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Na^+$  und  $NH_4^+$ ) in Chloridform bei vier gegenseitigen Vertretungsverhältnissen — bei einer gleichmässigen 20%igen Vertretung und ferner bei Steigerung stets eines Kations auf eine 40, 60 und 80%ige Vertretung. Der Anteil der anderen Kationen blieb unverändert (15, 10 und 5%) in Abhängigkeit von der Höhe des gesteigerten Kations. Die Steigerung der Konzentrationsspiegel des Nährmilieus beeinflusste bedeutend den Gehalt des Weizens an Nährstoffen zugunsten des Kaliums. Die Vertretungsverhältnisse der Kationen im Milieu im Rahmen einer Konzentration von 1 mM beeinflussten minimal ihren Gehalt in der Pflanze. Die höhere  $K^+$ -Aktivität von der Konzentration des Milieus von 10 mM an unterdrückte schon weniger den Gehalt anderer Kationen in der Pflanze. Bedeutend stieg aber der K-Gehalt in der Pflanze und damit auch die Summe aller Kationen an. Die gesteigerte Vertretung von  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  und  $Na^+$  im Milieu erhöhte hingegen keinesfalls den Gesamtgehalt an Kationen in der Pflanze. Es konnte ihr antagonistischer Einfluss auf den Gehalt der Pflanze an Kalium festgestellt werden. Wir konnten keinen bedeutenden gegenseitigen Antagonismus zwischen Mg und Ca nachweisen. Der höchste Konkurrent auf dem Gebiet der Aufnahme von K war  $NH_4^+$ . Das Kalium erwies sich als das aktivste Kation von der Gruppe der untersuchten und verfolgten Kationen.

Die wichtigste Voraussetzung der Produktion von Rauhfuttermitteln guter Qualität mit einer geeigneten Mineralzusammensetzung sind also die Festlegung und Durchführung einer entsprechenden Aktivität des Kaliums im Nährmilieu.

Wechselwirkung; Kationen; Kalium; Magnesium; Natrium; Amoniumion; Weizen

---

Adresa autora:

Doc. ing. Jiří Matula, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---

Výběr z nových titulů Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

- |                                                                                                                                      |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| BENNE, R.: <b>Erdbeeren im Garten.</b><br>Berlin, 1988.                                                                              | E 46.590     |
| DECKERT, G.: <b>Tiere-Pflanzen-Landschaften.</b><br>Leipzig, 1988.                                                                   | D 81.223     |
| FADEJEV, J.: <b>Integrovaná ochrana rostlín.</b><br>Nitra, 1986.                                                                     | D 78.933     |
| <b>Fotosintez i produkcionnyj process.</b><br>Moskva, 1988.                                                                          | D 81.265     |
| <b>The genus <i>Vaccinium</i> in North America.</b><br>Ottawa, 1988.                                                                 | C 4.159/1828 |
| GÖRITZ, H.: <b>Blütenstauden Gräser Farne.</b><br>Berlin, 1988.                                                                      | D 80.902     |
| JONÁŠ, J.: <b>Využití experimentů hospodářských zvířat.</b><br>Praha, 1988.                                                          | D 80.922     |
| KLOUDA, M.: <b>Normování práce v lesním hospodářství.</b><br>Praha, 1988.                                                            | D 81.252     |
| LARCHER, W.: <b>Fyziologická ekologie rostlin.</b><br>Praha, 1988.                                                                   | D 81.269     |
| LORENC-PLACIŃSKA, G.: <b>Badania wpływu dwutlenku siarki i siarczynu na transport asymilatów u roślin wyższych.</b><br>Kórnik, 1988. | D 81.247     |
| MEISSNER, W.: <b>Gottfried Funeck Vorgärten.</b><br>Berlin, 1988.                                                                    | E 46.781     |
| OSVALD, Z.: <b>Úprava záhradky pred domom.</b><br>Bratislava, 1986.                                                                  | D 78.449     |

# VLIV DLOUHODOBÉHO DIFERENCOVANÉHO HNOJENÍ NA OBSAH DRASLÍKU V PŮDĚ

R. Rozsypal, J. Baier

ROZSYPAL, R. — BAIER, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha — Ružyně, odbor základní agrotechniky Hrušovany u Brna): *Vliv dlouhodobého diferencovaného hnojení na obsah draslíku v půdě*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (6) : 629-637.

V dlouhodobých pokusech s diferencovaným hnojením na pěti stanovištích v různých klimatických a půdních podmínkách byla po třiceti letech provedena kontrola obsahu výměnného, přístupného a uvolnitelného draslíku v půdě. Obsah všech stanovených forem půdního draslíku byl dominantně určen půdními a klimatickými podmínkami stanoviště. Organické hnojení neprůkazně, organominerální průkazně zvýšilo obsah výměnného a přístupného draslíku, obsah uvolnitelného draslíku nebyl hnojením ovlivněn. Vysoké dávky dusíku vedly ke snížení přírůstku obsahu výměnného a přístupného draslíku v důsledku jeho vyššího odběru výnosy plodin.

výměnný, přístupný a uvolnitelný draslík v půdě; vliv stanoviště; vliv hnojení

Intenzivním hnojením průmyslovými hnojivy dochází ke zvyšování obsahu živin v půdě, čímž se vytváří jeden z předpokladů zvyšování výnosů plodin. Značná část živin aplikovaných do půdy v průmyslových hnojivech není ovšem bezprostředně využita rostlinami. Tato skutečnost vedla k intenzivnímu výzkumu chování jednotlivých živin v půdě. Z kationtů je největší pozornost věnována draslíku (Hudcová, Homola, 1976, 1982; Hudcová, Fürst, 1982, 1985; Hudcová, Sirový, 1984; Vopěnka, 1982, 1983; Matula, 1985; Hrtánek, 1987).

## I. Charakteristika stanovišť — Characteristics of the sites

| Stanoviště | Nadmořská<br>výška<br>(m) | Roční<br>srážky<br>(mm) | Průměrná<br>teplota<br>vzduchu<br>(°C) | Půdní<br>typ | Půdní<br>druh        | Mateční<br>substrát | Obsah živin a pH <sub>KCl</sub><br>při založení pokusů |                 |                   |
|------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------------|--------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
|            |                           |                         |                                        |              |                      |                     | K <sub>p</sub>                                         | Mg <sub>p</sub> | pH <sub>KCl</sub> |
| Pohořelice | 180                       | 502                     | 9,0                                    | ČMd          | hlinitá              | spraš               | 237                                                    | 155             | 6,94              |
| Ivanovice  | 225                       | 556                     | 8,4                                    | ČMd          | hlinitá              | spraš               | 133                                                    | 103             | 7,20              |
| Čáslav     | 263                       | 590                     | 8,1                                    | ČMd          | hlinitá              | spraš               | 113                                                    | 114             | 6,70              |
| Viglaš     | 345                       | 669                     | 7,7                                    | IPg          | jílovito-<br>hlinitá | sprašová<br>hlína   | 90                                                     | 208             | 6,47              |
| Lukavec    | 620                       | 686                     | 6,8                                    | HP           | písčito-<br>hlinitá  | rula                | 276                                                    | 152             | 6,24              |

II. Celkové množství aplikovaných organických hnojiv, vápence a živin v průmyslových hnojivech od založení pokusů — Total amounts of organic manure, limestone and fertilizer nutrients applied since the start of the trials

| Stanoviště | Organická hnojiva      | Vápenec | P                       | K    | N <sub>1</sub> | N <sub>3</sub> |
|------------|------------------------|---------|-------------------------|------|----------------|----------------|
|            | (t. ha <sup>-1</sup> ) |         | (kg. ha <sup>-1</sup> ) |      |                |                |
| Pohořelice | 270                    | 16      | 1470                    | 3264 | 1060           | 2990           |
| Ivanovice  | 260                    | 10      | 1448                    | 3485 | 1160           | 3090           |
| Čáslav     | 270                    | 10      | 1487                    | 3366 | 1070           | 3040           |
| Lukavec    | 270                    | 12      | 1504                    | 3383 | 1110           | 3110           |
| Viglaš     | 290                    | 10      | 1420                    | 2920 | 1260           | 3340           |

K tomuto úsilí mohou významně přispět dlouhodobé polní pokusy s diferencovaným hnojením. Nejstarší tohoto druhu v Československu jsou pokusy VOP (výživářské oseední postupy) vedené VÚRV Praha-Ruzyně.

III. Obsah forem draslíku v půdě (mg. kg<sup>-1</sup>) — Contents of potassium forms in

| Hnojení                  | Hloubka (m) | K — výměnný |           |        |        |         |     |
|--------------------------|-------------|-------------|-----------|--------|--------|---------|-----|
|                          |             | Pohořelice  | Ivanovice | Čáslav | Viglaš | Lukavec | Ø   |
| Nehnojeno                | 0,0—0,2     | 99          | 75        | 37     | 37     | 46      | 59  |
|                          | 0,2—0,4     | 85          | 57        | 35     | 35     | 29      | 48  |
|                          | 0,0—0,4     | 92          | 66        | 36     | 36     | 37      | 54  |
| Hnůj                     | 0,0—0,2     | 121         | 100       | 56     | 49     | 57      | 76  |
|                          | 0,2—0,4     | 99          | 70        | 43     | 42     | 56      | 62  |
|                          | 0,0—0,4     | 110         | 85        | 49     | 46     | 56      | 69  |
| Hnůj + PK                | 0,0—0,2     | 189         | 171       | 97     | 72     | 146     | 135 |
|                          | 0,2—0,4     | 165         | 91        | 57     | 63     | 116     | 98  |
|                          | 0,0—0,4     | 177         | 131       | 77     | 67     | 131     | 117 |
| Hnůj + N <sub>1</sub> PK | 0,0—0,2     | 194         | 160       | 101    | 84     | 151     | 138 |
|                          | 0,2—0,4     | 155         | 107       | 53     | 53     | 101     | 94  |
|                          | 0,0—0,4     | 174         | 133       | 77     | 69     | 126     | 116 |
| Hnůj + N <sub>3</sub> PK | 0,0—0,2     | 201         | 157       | 87     | 69     | 107     | 124 |
|                          | 0,2—0,4     | 152         | 110       | 47     | 54     | 89      | 90  |
|                          | 0,0—0,4     | 177         | 133       | 67     | 61     | 98      | 107 |
| Průměr stanovišť         | 0,0—0,2     | 161         | 119       | 75     | 62     | 101     | 104 |
|                          | 0,2—0,4     | 131         | 87        | 47     | 49     | 78      | 78  |
|                          | 0,0—0,4     | 146         | 103       | 61     | 56     | 90      | 92  |

## MATERIÁL A METODA

Dlouhodobé výživářské pokusy VOP byly založeny v roce 1956 (Pohořelice, Ivanovice na Hané, Čáslav, Lukavec u Pacova), resp. v roce 1958 (Viglaš). Pokusy byly vedeny jednotně ve čtyřhonných osevních postupech norfolkského, resp. kentského typu. Charakteristika stanovišť je uvedena v tab. I.

U každého honu byly z 12 kombinací hnojení vybrány tyto: 021 — bez hnojení, 011 — hnůj, 012 — hnůj + PK, 013 — hnůj + N<sub>1</sub>PK a 015 — hnůj + N<sub>3</sub>PK; vápnění bylo prováděno jednotně u všech kombinací. Dávky živin, organických hnojiv a vápence od založení pokusů do odběru vzorků jsou uvedeny v tab. II. Z průmyslových hnojiv byly převážně používány superfosfát, draselná sůl, síran amonný a ledek amonný s vápencem.

Vzorky půd byly na všech stanovištích odebrány v roce 1986 po sklizni ječmene jarního (hon II) ve vrstvách 0 až 0,2 a 0,2 až 0,4 m, vysušeny na vzduchu, podrceny a v jemnozemi I byl stanoven obsah výměnného (K<sub>v</sub>), přístupného (K<sub>p</sub>) a uvolnitelného (K<sub>u</sub>) draslíku.

Experimentální hodnoty byly podrobeny analýze rozptylu a průkaznost diferencí otestována Tukeyovým T-testem.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Výměnný draslík je specificky definován jako draslík, který je extrahován neutrálním roztokem octanu amonného po odečtení vodoroz-

the soil (mg per kg)

| K — přístupný |           |        |        |         |     | K — uvolnitelný |           |        |        |         |     |
|---------------|-----------|--------|--------|---------|-----|-----------------|-----------|--------|--------|---------|-----|
| Pohořelice    | Ivanovice | Čáslav | Viglaš | Lukavec | Ø   | Pohořelice      | Ivanovice | Čáslav | Viglaš | Lukavec | Ø   |
| 213           | 161       | 87     | 105    | 134     | 140 | 289             | 223       | 183    | 40     | 639     | 237 |
| 194           | 126       | 83     | 100    | 87      | 118 | 281             | 202       | 177    | 35     | 606     | 221 |
| 203           | 144       | 85     | 102    | 111     | 129 | 285             | 212       | 180    | 37     | 622     | 229 |
| 278           | 197       | 114    | 132    | 153     | 175 | 290             | 215       | 192    | 41     | 618     | 237 |
| 217           | 143       | 90     | 113    | 158     | 144 | 277             | 205       | 190    | 39     | 634     | 233 |
| 247           | 170       | 102    | 123    | 156     | 160 | 283             | 210       | 191    | 40     | 626     | 235 |
| 392           | 332       | 184    | 180    | 346     | 287 | 289             | 206       | 203    | 42     | 589     | 246 |
| 337           | 188       | 114    | 159    | 283     | 216 | 285             | 205       | 198    | 37     | 577     | 236 |
| 365           | 260       | 149    | 169    | 315     | 252 | 287             | 205       | 200    | 39     | 583     | 241 |
| 403           | 315       | 195    | 202    | 329     | 289 | 281             | 208       | 206    | 39     | 589     | 247 |
| 325           | 198       | 115    | 140    | 254     | 206 | 270             | 201       | 198    | 37     | 656     | 249 |
| 364           | 257       | 155    | 171    | 293     | 248 | 275             | 204       | 202    | 38     | 622     | 248 |
| 391           | 312       | 170    | 169    | 260     | 260 | 263             | 224       | 199    | 41     | 633     | 260 |
| 296           | 227       | 102    | 144    | 223     | 198 | 272             | 213       | 193    | 41     | 623     | 244 |
| 343           | 269       | 136    | 156    | 241     | 229 | 267             | 228       | 196    | 41     | 628     | 252 |
| 335           | 263       | 150    | 158    | 244     | 230 | 283             | 215       | 197    | 41     | 614     | 245 |
| 274           | 176       | 101    | 131    | 201     | 177 | 277             | 205       | 191    | 38     | 619     | 237 |
| 304           | 220       | 125    | 144    | 223     | 203 | 280             | 210       | 194    | 39     | 616     | 241 |



pustného draslíku (Pratt, 1965). V této práci uváděné hodnoty výměnného draslíku zahrnují i draslík vodorozpustný. Přístupný draslík (extrakce roztokem octanu a šťavelanu amonného o pH 6 až 6,2 podle Schachtschabela) zahrnuje v podstatě rovněž draslík výměnný a vodorozpustný, ale jen tu část, kterou mohou rostliny zcela využít (Hudcová, Fürst, 1985). Z rozdílu hodnot obsahu draslíku výměnného a přístupného (tab. III) vyplývá, že přístupný draslík zahrnuje zčásti i další formy půdního draslíku. Uvolnitelný draslík (extrakce molárním roztokem HCl za horka po odečtení vodorozpustného a výměnného draslíku) je definován jako vazebná forma nevýmenného draslíku poutaného v mřížce draselných alumosilikátů, která je schopna přechodu na mobilní formu (při poklesu obsahu výměnného draslíku v půdě). Jeho obsah je určen především obsahem primárních minerálů, zejména slíd a stupněm jejich zvětrávání (Hudcová, Fürst, 1985; Sirový, Damaška, 1985).

Vliv půdně-klimatických podmínek stanovišť byl u všech sledovaných forem půdního draslíku vysoce průkazný (tab. III a VIII). Dominantní vliv stanoviště je dán mineralogickým složením matečního substrátu a intenzitou zvětrávání, odrážející především vliv klimatu a půdotvorného procesu (tab. I).

Obsah uvolnitelného draslíku nebyl hnojením průkazně ovlivněn i difference absolutních hodnot mezi jednotlivými variantami jsou v rámci stanovišť malé (tab. III až V). K podobnému výsledku u degradační řady půd docházejí Hudcová, Fürst (1985). Zdá se, že extrakce molárním roztokem HCl za horka je relativně specifickou metodou, zachycující konstituční draslík (vedle vodorozpustného a výměnného). Draslík hnojiv fixovaný v nevýmenných formách zřejmě není touto metodou zachycován. Tento předpoklad podporuje situace u illimerizované půdy ve Víglaši (tab. III a VI), kde byly nalezeny 5 až 15krát nižší koncentrace uvolnitelného draslíku než na ostatních stanovištích a kde byly ve frakci přístupného draslíku nepochybně stanoveny i jiné formy nevýmenného draslíku, než je draslík uvolnitelný. Nízký obsah uvolnitelného draslíku v illimerizované půdě ve Víglaši je zřejmě způsoben výrazným ochuzením eluviálního horizontu o minerální koloidy, na něž je vázána podstatná část nevýmenného draslíku.

Samotné hnojení hnojem neprůkazně zvýšilo obsah výměnného a přístupného draslíku na všech stanovištích. Input draslíku v organických hnojivech (tab. II) do roku 1986 lze, při předpokladu průměrné kvality hnojiv (Škarda, 1982), odhadnout na 1400 kg . ha<sup>-1</sup>.

Hnojení organickými a průmyslovými hnojivy vedlo k výraznému nárůstu obsahu výměnného a přístupného draslíku v ornici a zpravidla i podorničí černoze v Pohořelcích a Ivanovicích a hnědé půdy v Lukavci. Relativně nižší nárůst obsahu obou forem draslíku u černoze v Čáslavi a illimerizované půdy ve Víglaši je vysvětlitelný složením jílové frakce těchto půd. V Čáslavi převládají jílové slídy a půdní smektit (Hudcová, Sirový, 1984) a vysoké zastoupení půdního smektitu v jílové frakci lze předpokládat i ve Víglaši (vysoký obsah hořčíku). Na nezpevněných sedimentech, jako jsou spraš a sprašové hlínv. ie při pH 5 až 7 část draslíku uvolněného při přeměně slíd na vermikulit za přítomnosti smektitů jimi zpětně fixována za vzniku nových slídnatých minerálů, jak uvádí Niederbude (cit. Sirový, Damaška,

IV. Přírůstek obsahu forem draslíku vzhledem k nehněnožené variantě (mg.kg<sup>-1</sup>) — Increment of the contents of potassium forms in relation to unfertilized plots (mg per kg)

| Hnojení                  | Hloubka<br>(m) | K — výměnný     |                |        |        |              | K — přístupný   |                |        |        |              | K — uvolnitelný |                |        |        |              |
|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|
|                          |                | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec |
| Hnůj                     | 0,0—0,2        | 22              | 25             | 19     | 12     | 11           | 65              | 36             | 27     | 27     | 19           | 1               | — 8            | 5      | 1      | 0            |
|                          | 0,2—0,4        | 14              | 13             | 8      | 7      | 27           | 23              | 17             | 7      | 13     | 71           | — 4             | 3              | 13     | 4      | 12           |
|                          | 0,0—0,4        | 18              | 19             | 13     | 9      | 19           | 44              | 26             | 17     | 20     | 45           | — 1             | — 2            | 9      | 2      | 6            |
| Hnůj + PK                | 0,0—0,2        | 90              | 96             | 60     | 45     | 100          | 179             | 171            | 97     | 75     | 212          | 0               | —17            | 20     | 2      | 9            |
|                          | 0,2—0,4        | 80              | 34             | 22     | 28     | 87           | 143             | 62             | 31     | 59     | 196          | 4               | 3              | 21     | 2      | 15           |
|                          | 0,0—0,4        | 85              | 65             | 41     | 36     | 93           | 161             | 116            | 64     | 67     | 204          | 2               | — 7            | 20     | 2      | 12           |
| Hnůj + N <sub>1</sub> PK | 0,0—0,2        | 95              | 85             | 64     | 57     | 105          | 190             | 154            | 108    | 97     | 195          | — 8             | —15            | 23     | — 1    | 10           |
|                          | 0,2—0,4        | 70              | 50             | 18     | 18     | 72           | 131             | 72             | 32     | 40     | 167          | —11             | — 1            | 21     | 2      | 28           |
|                          | 0,0—0,4        | 82              | 67             | 41     | 37     | 89           | 160             | 113            | 70     | 68     | 181          | — 9             | — 7            | 22     | 0      | 19           |
| Hnůj + N <sub>3</sub> PK | 0,0—0,2        | 102             | 82             | 50     | 32     | 71           | 178             | 151            | 83     | 64     | 126          | —26             | 1              | 16     | 1      | 23           |
|                          | 0,2—0,4        | 67              | 53             | 12     | 19     | 60           | 102             | 101            | 19     | 44     | 136          | — 9             | 11             | 16     | 6      | 23           |
|                          | 0,0—0,4        | 84              | 67             | 31     | 25     | 65           | 141             | 126            | 51     | 54     | 131          | —17             | 6              | 16     | 3      | 23           |

V. Přírůstek obsahu forem draslíku vzhledem k variantě hnojené pouze hnojem ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) — Increment of the contents of potassium forms in relation to plots with exclusive application of dung ( $\text{mg per kg}$ )

| Hnojení                  | Hloubka<br>(m) | K — výměnný     |                |        |        |              | K — přístupný   |                |        |        |              | K — uvolnitelný |                |        |        |              |
|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------------|
|                          |                | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec | Poho-<br>řelice | Ivano-<br>vice | Čáslav | Víglaš | Luka-<br>vec |
| Hnůj + PK                | 0,0—0,2        | 68              | 71             | 41     | 33     | 89           | 114             | 135            | 70     | 48     | 193          | — 1             | — 9            | 15     | 1      | 9            |
|                          | 0,2—0,4        | 66              | 21             | 14     | 21     | 60           | 120             | 45             | 26     | 46     | 125          | 8               | 0              | 8      | — 2    | 3            |
|                          | 0,0—0,4        | 67              | 46             | 28     | 27     | 74           | 117             | 90             | 48     | 47     | 159          | 3               | — 5            | 11     | 0      | 6            |
| Hnůj + N <sub>1</sub> PK | 0,0—0,2        | 73              | 60             | 45     | 45     | 94           | 125             | 118            | 81     | 72     | 176          | — 9             | — 7            | 18     | — 2    | 10           |
|                          | 0,2—0,4        | 56              | 37             | 10     | 11     | 45           | 108             | 55             | 27     | 27     | 96           | — 7             | — 4            | 8      | — 2    | 16           |
|                          | 0,0—0,4        | 64              | 48             | 28     | 28     | 70           | 116             | 87             | 53     | 44     | 136          | — 8             | — 5            | 13     | — 2    | 13           |
| Hnůj + N <sub>3</sub> PK | 0,0—0,2        | 80              | 57             | 31     | 20     | 60           | 113             | 115            | 56     | 39     | 107          | — 27            | 9              | 11     | 0      | 23           |
|                          | 0,2—0,4        | 53              | 40             | 4      | 12     | 33           | 79              | 84             | 12     | 31     | 65           | — 5             | 8              | 3      | 2      | 11           |
|                          | 0,0—0,4        | 66              | 48             | 18     | 16     | 46           | 97              | 100            | 34     | 35     | 86           | — 16            | 8              | 7      | 1      | 17           |

VI. Suma výměnného a uvolnitelného draslíku ve vrstvě do 0,4 m s ohledem na objemovou hmotnost půdy a poměr přístupného draslíku k této sumě — Sum of exchangeable and releasable potassium in the 0.4m layer of soil, with respect to the bulk density of the soil and the ratio of available potassium to the sum.

| Hnojení                  | $K_v + K_u$ (kg . ha <sup>-1</sup> ) |           |        |        |          | $K_p / K_v + K_u$ (%) |           |        |        |          |
|--------------------------|--------------------------------------|-----------|--------|--------|----------|-----------------------|-----------|--------|--------|----------|
|                          | Pohořelice                           | Ivanovice | Čáslav | Víglaš | Luka-vec | Pohořelice            | Ivanovice | Čáslav | Víglaš | Luka-vec |
| Nehnojeno                | 2389                                 | 1469      | 1314   | 412    | 3846     | 54,0                  | 51,3      | 39,3   | 139,8  | 16,6     |
| Hnůj                     | 2212                                 | 1556      | 1510   | 469    | 3966     | 63,0                  | 57,5      | 42,5   | 142,9  | 22,8     |
| Hnůj + PK                | 2609                                 | 1963      | 1643   | 577    | 4030     | 78,3                  | 76,9      | 59,6   | 158,2  | 43,8     |
| Hnůj + N <sub>1</sub> PK | 2751                                 | 1863      | 1690   | 568    | 4356     | 80,9                  | 76,0      | 55,5   | 160,4  | 38,8     |
| Hnůj + N <sub>3</sub> PK | 2503                                 | 2137      | 1598   | 641    | 4093     | 77,1                  | 76,7      | 51,6   | 152,9  | 33,2     |

1985]. U illimerizované půdy oglejené ve Víglaši mohou být výměnné reakce omezovány vysrážením gelu hydroxidů hliníku a železa na povrchu částic fixujících draslík (Ludík, 1971). Při odběru vzorků půd na tomto stanovišti byly zjištěny známky oglejení již v ornici.

Monovalentní kationty peptizují koloidy a mohou tak přispívat ke změnám fyzikálních vlastností půdy, a tím nepřímo i ke změnám množství živin v daném objemu půdy (tab. VI).

Jednotkový přírůstek obsahu výměnného a přístupného draslíku (tab. VII) byl minerálním hnojením výrazně zvýšen u černozemě v Pohořelicích a hnědé půdy v Lukavci, méně již u illimerizované půdy ve Víglaši, u černozemě v Ivanovicích zůstal beze změny a v Čáslavi mírně poklesl. Vysoká intenzita hnojení dusíkem (100 až 110 kg . ha<sup>-1</sup> ročně)

VII. Přírůstek obsahu forem draslíku na jednotku draslíku aplikovaného v hnojivech ve vrstvě půdy do 0,4 m (mg . 10<sup>-3</sup> . kg<sup>-1</sup> . kg<sup>-1</sup>) — Increment of the contents of potassium forms per unit of fertilizer potassium in the 0.4m soil layer (mg . 10<sup>-3</sup> . kg<sup>-1</sup> . kg<sup>-1</sup>)

| Hnojení                       |   | K — výměnný |           |        |        |          | K — přístupný |           |        |        |          |
|-------------------------------|---|-------------|-----------|--------|--------|----------|---------------|-----------|--------|--------|----------|
|                               |   | Pohořelice  | Ivanovice | Čáslav | Víglaš | Luka-vec | Pohořelice    | Ivanovice | Čáslav | Víglaš | Luka-vec |
| Hnůj                          |   | 12,9        | 13,6      | 9,3    | 6,4    | 13,6     | 31,4          | 18,6      | 12,1   | 14,3   | 32,1     |
| Hnůj + PK                     | 1 | 18,2        | 13,3      | 8,6    | 8,3    | 19,4     | 34,5          | 23,7      | 13,4   | 15,5   | 42,7     |
|                               | 2 | 26,0        | 18,7      | 12,2   | 12,3   | 27,5     | 49,3          | 33,3      | 19,0   | 22,9   | 50,3     |
| Hnůj +<br>+ N <sub>1</sub> PK | 1 | 17,6        | 13,7      | 8,6    | 8,7    | 18,6     | 34,3          | 23,1      | 14,7   | 15,7   | 37,8     |
|                               | 2 | 25,1        | 19,2      | 12,2   | 12,7   | 26,3     | 49,0          | 32,4      | 20,8   | 23,3   | 53,5     |
| Hnůj +<br>+ N <sub>3</sub> PK | 1 | 18,0        | 13,7      | 6,5    | 5,8    | 13,6     | 30,2          | 25,8      | 10,7   | 12,5   | 27,4     |
|                               | 2 | 25,7        | 19,2      | 9,2    | 8,6    | 19,2     | 43,2          | 36,2      | 15,2   | 18,5   | 38,7     |

1 — draslík aplikovaný v organických i průmyslových hnojivech

2 — draslík aplikovaný pouze v průmyslových hnojivech

VIII. Minimální průkazné difference obsahu forem půdního draslíku (tab. III) — Minimum significant differences in the contents of various forms of soil potassium (Tab. III)

| P               | A<br>stanoviště | B<br>hnojení | C<br>hloubka | A × B | A × C<br>B × C |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------|----------------|
| K — výměnný     |                 |              |              |       |                |
| 0,05            | 10              | 20           | 8            | 53    | 20             |
| 0,01            | 12              | 24           | 10           | 60    | 24             |
| K — přístupný   |                 |              |              |       |                |
| 0,05            | 19              | 38           | 14           | 102   | 38             |
| 0,01            | 23              | 46           | 19           | 115   | 46             |
| K — uvolnitelný |                 |              |              |       |                |
| 0,05            | 19              | 38           | 14           | 101   | 38             |
| 0,01            | 23              | 46           | 19           | 115   | 46             |

vedla na stanovištích Čáslav, Víglaš a Lukavec k poklesu hodnoty jednotkového přírůstku obsahu výměnného a přístupného draslíku v důsledku jeho vyššího odběru výnosy plodin (Kříšťan, Skala, 1983).

## Literatura

- HRTÁNEK, B.: Frakcie draslíka v dlhodobě hnojených půdách. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 7, s. 673-680.
- HUDCOVÁ, O. — FÜRST, Z.: Vliv odstupňované intenzity a různých způsobů hnojení na změny fixace draslíku půdami. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 12, s. 1233-1240.
- HUDCOVÁ, O. — FÜRST, Z.: Stanovení a hodnocení uvolnitelného draslíku v půdě v degradační řadě půd. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 10, s. 1023-1034.
- HUDCOVÁ, O. — HOMOLA, V.: Dynamika draslíku v půdě. Rostl. Výr., 22, 1976, č. 12, s. 1289-1298.
- HUDCOVÁ, O. — HOMOLA, V.: Výnosová reakce plodin na draselné hnojení. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 1, s. 61-68.
- HUDCOVÁ, O. — SIROVÝ, V.: Selektivní sorpce iontů draslíku. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 1, s. 77-86.
- KŘIŠŤAN, F. — SKALA, J.: Změny agrochemických vlastností hnědé půdy vyvolané dlouhodobým hnojením. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 3, s. 267-274.
- LUDÍK, J.: Draslík v půdě a v rostlinách. [Specializační práce.], Brno, VŠZ 1971.
- MATULA, J. — ČERNÝ, K. — PŘIBYL, A.: Vliv zásoby výměnných kationtů v půdě a její úpravy hnojením na minerální složení jílku mnohokvětého. Agrochémia, 25, 1985, č. 5, s. 164-168.
- PRATT, P. F.: Potassium. In: Methods of Soil Analysis, Part II, AP, New York, 1965.
- SIROVÝ, V. — DAMAŠKA, J.: Faktory ovlivňující mobilizaci a migraci živin v zemědělských půdách. Stud. inform. ÚVTIZ, Půdoznal. Melior. 1985, č. 2, 68 s.
- ŠKARDA, M.: Hospodaření s organickými hnojivy. Praha, SZN 1982.
- VOPĚNKA, L.: Vliv některých kationtů na fixaci draslíku v půdě. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 6, s. 571-576.
- VOPĚNKA, L.: Uvolňování draslíku z půdy roztoky výměnných kationtů. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 7, s. 747-752.

Došlo dne 4. 1. 1989

ROZSYPAL, R. — BAIER, J. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага-Ружыне, отделение основной агротехники, Грушованы у Брно): *Влияние долгосрочного дифференцированного удобрения на содержание калия в почве*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 629-637.

В долгосрочных опытах с дифференцированным удобрением на пяти местонахождениях в разных климатических и почвенных условиях после тридцати лет произвели контроль содержания обменного, доступного и возможно доступного калия в почве. Содержание всех указанных форм почвенного калия было доминирующим образом детерминировано почвенными и климатическими условиями местонахождения. Органическое удобрение не доказуемо, органоминеральное доказуемо увеличило содержание обменного и доступного калия, содержание возможно доступного калия не было удобрением изменено. Большие дозы азота приводили к понижению увеличения содержания обменного и доступного калия в результате его большего выноса урожаями культур.

обменный, доступный и возможно доступный калий в почве; влияние местонахождения; действие удобрения

ROZSYPAL, R. — BAIER, J. (Research Institute of Crop Production, Praha — Ruzyně, Agronomy Department, Hrušovany u Brna): *Effect of Long-Term Differentiated Fertilization on Potassium Content in Soil*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 629-637.

Long-term trials with differentiated fertilization were performed at five sites under different climatic and soil conditions. After thirty years of experimentation, the soil was analyzed for the contents of exchangeable, available and releasable potassium. The soil and climatic conditions of the site had a key influence on the contents of potassium in all the mentioned forms. Organic manuring increased the content of exchangeable and available potassium insignificantly, organomineral fertilization significantly. Releasable potassium was not affected by organic and organomineral fertilization. High nitrogen application rates reduced the increment of the content of available and exchangeable potassium, owing to its higher uptake by the crop.

exchangeable, available, releasable soil potassium; effect of site; effect of fertilization

ROZSYPAL, R. — BAIER, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha — Ruzyně, Sektion für Grundlagenagrotechnik, Hrušovany bei Brno): *Einfluss einer langfristigen differenzierten Düngung auf den K-Gehalt im Boden*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 629-637.

Bei langfristigen Versuchen mit differenzierter Düngung auf fünf Standorten unter verschiedenen Klima- und Bodenbedingungen wurde nach 30 Jahren die Kontrolle des austauschbaren, verfügbaren und freisetzbaren Kaliums im Boden durchgeführt. Der Gehalt an allen festgelegten Formen des Bodenkalkiums hing von den bestehenden Boden- und Klimabedingungen des gegebenen Standortes ab. Die organische Düngung erhöhte unsignifikant, die organominerale Düngung signifikant den Gehalt an austauschbarem und verfügbarem Kalium. Der Gehalt an freisetzbarem Kalium wurde durch die Düngung nicht beeinflusst. Zu hohe N-Gaben hatten eine Verminderung der Zunahme des Gehaltes an austauschbarem und verfügbarem Kalium infolge seines höheren Entzuges mit dem Ertrag der angebauten Pflanzen zur Folge.

austauschbares, verfügbares und freisetzbares Kalium im Boden; Einfluss des Standortes; Einfluss der Düngung

---

#### Adresy autorů:

Ing. Roman Rozsypal, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha — Ruzyně, odbor základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

Ing. Jan Baier, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---



Výběr z nových titulů Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

**Perspectives in microbial ecology.**

Ljubljana, 1986.

D 81.263

**Proceedings of the 14th congress of the maize and sorghum section of Eucarpia.**

Nitra, 1987.

D 81.221/2

**RANDUŠKA, D.: Chránené rastliny.**

Bratislava, 1986.

D 78.257

**REISER, F.: Přednášky pro školení rybářských hospodářů MO ČRS.**

Praha, 1988.

D 81.249

**Rosalia. Spravodaj ochrany prírody okresu Nitra a Chránenej krajiny oblasti Ponitrie.**

Nitra, 1987.

D 78.888/4

**RYBÁČEK, V.: Brambory.**

Praha, 1988.

D 81.251

**SEDLAG, U.: Wie leben Säugetiere?**

Leipzig, 1988.

C 30.909

**SKIRKJAVIČJUS, A. V.: Feromony.**

Viňjus, 1988.

D 81.228

**ŠAPIRO, D. K.: Ovoce a zelenina ve výživě člověka.**

Praha, 1988.

D 81.250

**TEMNYJ, M. M.: Ljubitel'skoje vinogradarstvo.**

Doneck, 1988.

E 46.795

**Zaščita rastenij v uslovijach intensifikacii sel'skochozjajstvennogo proizvodstva.**

Kijev, 1987.

E 46.785

# BILANCE PŘÍVODU A ODBĚRU ŽIVIN V POLNÍM EKOSYSTÉMU NA DEGRADOVANÉ ČERNOZEMI

J. Valeš, P. Strnad

VALEŠ, J. — STRNAD, P. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Čáslav): *Bilance přívodu a odběru živin v polním ekosystému na degradované černoze*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 639-646.

V přesném stacionárním výživářském osevním postupu byla provedena v letech 1976 až 1985 bilance živin (input — output) a stanoven podíl půdní zásoby a hnojení na odběru živin. Bilanci živin byl prokázán schodek v případě fosforu, draslíku a hořčíku na variantách, kde nebyla dlouhodobě aplikována průmyslová hnojiva s uvedenými živinami. Při hnojení hnojem v průměrné roční dávce 10 t. ha<sup>-1</sup> byla při dávce dusíku 86 kg. ha<sup>-1</sup> v průmyslových hnojivech dusíková bilance ještě pasivní, což je významné z hlediska ochrany životního prostředí. Hnojení chlévským hnojem krylo cca jednu pětinu potřeby dusíku, fosforu a draslíku, nepostačovalo však samotné ke krytí odebraného hořčíku. Při optimálním organominerálním hnojení bylo z celkového množství přijatého dusíku (162 kg. ha<sup>-1</sup>) čerpáno z půdní zásoby 56 %, z organických hnojiv 23 %, z průmyslových hnojiv 21 %. Z přijatého fosforu v množství 23 kg. ha<sup>-1</sup> na půdní zásobu připadlo 58 %, na organická hnojiva 20 % a na průmyslová hnojiva 22 %. Na celkovém množství odebraného draslíku (127 kg. ha<sup>-1</sup>) se podílela půdní zásoba 49 %, organická hnojiva 23 % a průmyslová hnojiva 28 %.

osevní postup; bilance živin; odběr živin; půdní zásoba; hnojiva

Hnojení zemědělských kultur představuje jeden z nejvýznamnějších intenzifikačních faktorů rostlinné výroby vzhledem k jejímu charakteru primární produkce i vzhledem k charakteru celé zemědělské soustavy. Cílem hnojení je vytvoření optimálních podmínek výživy rostlin, zajišťujících vysokou úroveň a stabilitu produkce při maximální efektivnosti vkladů.

Prvořadá pozornost je věnována průmyslovým hnojivům, jejichž použití v mnoha zemích dosáhlo vysoké úrovně (Roy, 1984). Jak uvádí Mengel (1983), značně vzrostly nároky na množství živin u nových vysoce výkonných odrůd, což souvisí s jejich fyziologickými a morfologickými zvláštnostmi.

Mimořádný význam má organické hnojení, které spolu s průmyslovými hnojivy zabezpečuje stabilizaci výnosu v klimaticky rozdílných ročnících a zlepšuje bilanci živin (Eich a kol., 1982; Dehondjuk a kol., 1983).

Pro zabezpečení dostatečné nabídky živin rostlinám bez schodku v příjmu některé živiny je důležitá optimalizace organominerálního hnojení. Provedená bilance živin v přesném stacionárním pokusu umožňuje posoudit výstupy a vstupy živin zabezpečujících vysokou produkci plodin.

## MATERIÁL A METODA

Dlouhodobý stacionární výživářský osevní postup byl založen v Čáslavi ve výrobním typu řepářském na degradované černozemi v roce 1957. Do pokusu bylo zařazeno 12 variant hnojení ve čtyřech opakováních. Velikost pokusných parcel byla 9×9 m, sklizňových 5×5 m. Každoročně byly sledovány čtyři hony osevního postupu, ve kterém se každé čtyři roky měnily skupiny plodin. Pro tuto bilanční studii byl zvolen desetiletý úsek z let 1976 až 1985. Sled plodin na jednotlivých honech byl v letech 1976 až 1985 tento:

| Rok  | Hon 3         | Hon 4         | Hon 5         | Hon 6         |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1976 | ozimá pšenice | ozimá pšenice | jarní ječmen  | cukrovka      |
| 1977 | ozimá pšenice | jarní ječmen  | cukrovka      | jarní ječmen  |
| 1978 | jarní ječmen  | cukrovka      | jarní ječmen  | jetel luční   |
| 1979 | cukrovka      | jarní ječmen  | jetel luční   | ozimá pšenice |
| 1980 | jarní ječmen  | jetel luční   | ozimá pšenice | brambory      |
| 1981 | jetel luční   | ozimá pšenice | brambory      | jarní ječmen  |
| 1982 | ozimá pšenice | brambory      | jarní ječmen  | bob           |
| 1983 | brambory      | jarní ječmen  | bob           | ozimý ječmen  |
| 1984 | jarní ječmen  | bob           | ozimý ječmen  | cukrovka      |
| 1985 | bob           | ozimý ječmen  | cukrovka      | jarní ječmen  |

### Obecné schéma hnojení

| Varianta | Organické hnojení | Průmyslová hnojiva                                                 |
|----------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 011      | hnůj              | 0                                                                  |
| 012      | hnůj              | PK                                                                 |
| 013      | hnůj              | N <sub>1</sub> PK                                                  |
| 014      | hnůj              | N <sub>2</sub> PK                                                  |
| 015      | hnůj              | N <sub>3</sub> PK                                                  |
| 016      | hnůj              | N <sub>3</sub> PK Mg                                               |
| 021      | 0                 | 0                                                                  |
| 022      | hnůj              | N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub><br>(PK — předzásobné) |
| 023      | hnůj              | N <sub>1</sub>                                                     |
| 024      | hnůj              | N <sub>2</sub>                                                     |
| 025      | hnůj              | N <sub>2</sub> P                                                   |
| 026      | hnůj              | N <sub>2</sub> K                                                   |

Dávky průmyslových hnojiv dosáhly v průměru deseti let 1976 až 1985 těchto hodnot v kg . ha<sup>-1</sup>:

|           |                       |                        |
|-----------|-----------------------|------------------------|
| P — 72,6  | N <sub>1</sub> — 44,5 | N <sub>3</sub> — 127,0 |
| K — 136,9 | N <sub>2</sub> — 85,5 | Mg — 51,0              |

Hnůj byl aplikován k cukrovce a bramborům a průměrná roční dávka dosáhla 10 t . ha<sup>-1</sup>. Každoročně byl prováděn chemický rozbor hnoje. Intenzita vápnění dosáhla v letech 1976 až 1985 v průměru 176,4 kg Ca . ha<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup>.

Odběr živin byl propočten podle výsledků analýz vzorků rostlin odebraných při sklizni a výnosu sušiny hlavního a vedlejšího produktu.

Ornice pokusného pozemku je šedohnědá s obsahem 40 až 45 % jílovitých částic. Obsah humusu se pohybuje od 2 do 3 %, množství veškerého dusíku činí 0,15 až 0,20 %. Průměrná roční teplota dosahuje 8,74 °C, průměrné roční srážky činí 601 mm.

Agrochemické hodnoty stanoviště před založením pokusu v roce 1956:

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| pH (v KCl)                                   | 6,47  |
| P (Egner) v mg . kg <sup>-1</sup>            | 30,8  |
| K (Schachtschabel) v mg . kg <sup>-1</sup>   | 107,9 |
| CaCO <sub>3</sub>                            | —     |
| Potřeba vápnění — Ca v kg . ha <sup>-1</sup> | 18    |

I. Balance živin (input — output) v období 1976 až 1985 v kg .ha<sup>-1</sup> — Nutrient balance (input — output) in the period from 1976 to 1985, kg per ha

| Varianta | N     | P     | K     | Ca     | Mg    |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 011      | -58,8 | - 4,7 | -41,3 | +189,3 | - 3,8 |
| 012      | -65,4 | +65,1 | +77,8 | +185,8 | - 4,3 |
| 013      | -33,6 | +63,8 | +68,9 | +185,3 | - 5,2 |
| 014      | -13,7 | +62,8 | +60,5 | +179,2 | - 6,6 |
| 015      | +20,7 | +63,2 | +58,8 | +181,0 | - 7,5 |
| 016      | +19,9 | +62,4 | +86,8 | +180,3 | +42,5 |
| 021      | -91,1 | -13,2 | -62,7 | +146,9 | -12,5 |
| 022      | -13,5 | +60,8 | +64,3 | +179,4 | - 8,4 |
| 023      | -21,5 | - 4,4 | -37,3 | +187,3 | - 5,0 |
| 024      | + 7,3 | - 5,9 | -38,0 | +184,4 | - 6,4 |
| 025      | - 0,7 | +65,2 | -42,9 | +183,6 | - 6,5 |
| 026      | -11,3 | - 7,6 | +67,3 | +182,9 | - 7,5 |

## VÝSLEDKY

V desetiletém průměru byla u dusíku zaznamenána jeho výrazná pasívní bilance zejména na variantách bez hnojení dusíkatými průmyslovými hnojivy (tab. I). Ještě na variantě 013 — N<sub>1</sub>PK při aplikaci nižší dávky dusíku (44,5 kg .ha<sup>-1</sup>) a střední dávky 85,5 kg .N .ha<sup>-1</sup> (var. 014 — N<sub>2</sub>PK) byla bilance dusíku pasívní, ale rozdíl se snižoval se stou-  
pající dávkou dusíku.

Aktivní bilance byla stanovena pouze na variantě 015 — N<sub>3</sub>PK a 016 — N<sub>3</sub>PKMg při ročním přívodu 127 kg N .ha<sup>-1</sup> v průmyslových hnojivech. Aktivní bilance dusíku byla prokázána i na variantě 023 — N<sub>2</sub> při dávce 85,5 kg N .ha<sup>-1</sup> a vynechaném hnojení fosforečnými a draselnými hnojivy.

Na celkovém přívodu dusíku se vedle průmyslových hnojiv podílela i organická hnojiva. V organických hnojivech bylo dodáno v průměru ročně 62,5 kg N .ha<sup>-1</sup>. Při odběru dusíku z půdní zásoby, který dosáhl na variantě bez organominerálního hnojení 91,15 kg N .ha<sup>-1</sup>, připadá na dusík z průmyslových hnojiv např. na variantě 014 — N<sub>2</sub>PK pouze 33,81 kg N .<sup>-1</sup>.

U fosforu byl zjištěn bilanční schodek na variantách bez organominerálního hnojení, při samotné aplikaci hnoje a při vynechání fosforečného hnojení. Při aplikaci fosforečných hnojiv v průměrné roční dávce 72 kg P .ha<sup>-1</sup> a přívodu 12,9 kg P .ha<sup>-1</sup> v organických hnojivech dosáhl vybilancovaný přebytek 60,8 až 65,1 kg P .ha<sup>-1</sup> a měl příznivý vliv na zvyšování obsahu přístupného fosforu v půdě.

Obdobně jako u fosforu byl prokázán bilanční schodek draslíku na variantách bez organominerálního hnojení, dále při samotném hnojení hnojem a na variantách bez aplikace draselných hnojiv. Tento schodek se pohyboval na uvedených variantách v intervalu 37,3 až 42,9 kg K .ha<sup>-1</sup>. Při hnojení draselnými hnojivy v průměrné roční dávce 137 kg

K . ha<sup>-1</sup> a přívodu 51,0 kg . K . ha<sup>-1</sup> v organických hnojivech dosáhl bilanční přebytek 58,8 až 86,8 kg K . ha<sup>-1</sup>, který přešel do půdní zásoby. Nejvyšší bilanční přebytek draslíku byl zaznamenán na variantě 016 — N<sub>3</sub>PKMg, kde bylo hnojeno i hořčíkem ve formě kieseritu a dále na variantě 012 — PK, kde bylo hnojeno pouze fosforem a draslíkem bez dusíku.

Výrazný bilanční přebytek vápníku vykazovaly bez větších rozdílů všechny varianty, což odpovídá jednotné aplikaci vápence na celém pokusu. Relativně nižší pozitivní rozdíl vápníku na variantě 021 odpovídá vynechanému organickému hnojení.

Odběr hořčíku nebyl vyvážen přívodem hořčíku v organických hnojivech a schodek se na jednotlivých variantách pohyboval v intervalu 3,8 až 12,5 kg Mg . ha<sup>-1</sup>. Přitom nejvyšší schodek byl na variantě bez organického hnojení (021). Pozitivní bilance 42,5 kg Mg . ha<sup>-1</sup>, kdy převažoval přívod nad odběrem, byla zaznamenána pouze na variantě 016 — N<sub>3</sub>PKMg při aplikaci kieseritu.

Jak je zřetelné z údajů tab. II, celkový odběr dusíku se diferencoval v závislosti na variantě hnojení. Nejnižší odběr 91,15 kg N . ha<sup>-1</sup> byl zaznamenán na variantě bez organominerálního hnojení a zvyšoval se při organickém hnojení, při aplikaci fosforečných a draselných hnojiv a výrazně při stupňovaném dusíkatém hnojení.

Při vynechaném fosforečno-draselném hnojení (varianta 023 — N<sub>1</sub> a 024 — N<sub>2</sub>) se odběr dusíku oproti plnému hnojení na variantě 013 — N<sub>1</sub>PK a 014 — N<sub>2</sub>PK výrazně snížil. Bez hnojení fosforem na variantě 026 — N<sub>2</sub>K dosáhl odběr dusíku téměř úrovně odběru varianty 014 — N<sub>2</sub>PK, bez hnojení draslíkem byl odběr dusíku výrazně nižší.

Relativně nejvyšší podíl odebraného dusíku byl čerpán z půdní zásoby. Z celkového množství přijatého dusíku 161,72 kg N . ha<sup>-1</sup> v prů-

II. Podíl půdní zásoby a hnojení na odběru dusíku v letech 1976 až 1985 — Contributions of soil reserve and fertilization to nitrogen output in 1976 to 1985

| Varianta | Odběr celkem (kg . ha <sup>-1</sup> ) | Z půdní zásoby (%) | Z chlévského hnoje (%) | Z průmyslových hnojiv (%) |
|----------|---------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 011      | 121,31                                | 75,14              | 24,86                  | —                         |
| 012      | 127,91                                | 71,26              | 28,74                  | —                         |
| 013      | 140,64                                | 64,81              | 26,14                  | 9,05                      |
| 014      | 161,72                                | 56,36              | 22,73                  | 20,91                     |
| 015      | 168,81                                | 54,00              | 21,77                  | 24,23                     |
| 016      | 169,61                                | 53,74              | 21,67                  | 24,59                     |
| 021      | 91,15                                 | 100,00             | —                      | —                         |
| 022      | 161,49                                | 56,45              | 22,76                  | 20,79                     |
| 023      | 128,58                                | 70,89              | 28,59                  | 0,52                      |
| 024      | 140,74                                | 64,76              | 26,12                  | 9,12                      |
| 025      | 148,69                                | 61,30              | 24,72                  | 13,98                     |
| 026      | 159,29                                | 57,22              | 23,08                  | 19,70                     |

| Varianta | Odběr celkem (kg. ha <sup>-1</sup> ) | Z půdní zásoby (%) | Z chlévského hnoje (%) | Z průmyslových hnojiv (%) |
|----------|--------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 011      | 17,68                                | 74,77              | 25,23                  | —                         |
| 012      | 20,43                                | 64,71              | 21,83                  | 13,46                     |
| 013      | 21,71                                | 60,90              | 20,54                  | 18,56                     |
| 014      | 22,74                                | 58,13              | 19,62                  | 22,25                     |
| 015      | 22,32                                | 59,23              | 19,98                  | 20,79                     |
| 016      | 23,12                                | 57,15              | 19,28                  | 23,57                     |
| 021      | 13,22                                | 100,00             | —                      | —                         |
| 022      | 22,50                                | 58,75              | 19,82                  | 21,43                     |
| 023      | 17,31                                | 76,37              | 23,63                  | —                         |
| 024      | 18,08                                | 73,12              | 26,88                  | —                         |
| 025      | 20,31                                | 65,09              | 21,96                  | 12,95                     |
| 026      | 20,47                                | 64,58              | 35,42                  | —                         |

měru osevního postupu při optimálním organominerálním hnojení na variantě 0,14 — N<sub>2</sub>PK bylo čerpáno 56,36 % z půdní zásoby, 22,73 % z organických hnojiv a 20,91 % z průmyslových hnojiv.

Odběr fosforu a podíl jeho čerpání z půdy a z dodaných organických a průmyslových hnojiv je uveden v tab. III. Celkové množství odebraného fosforu výnosem sušiny z půdní zásoby na variantě 021 v desetiletém průměru dosáhlo 13,22 kg P. ha<sup>-1</sup>. Z organických hnojiv bylo odčerpáno 4,46 kg P. ha<sup>-1</sup>. Při samotné aplikaci fosforečných a draselných hnojiv (varianta 012 — PK) se odběr fosforu zvýšil o 2,75 kg P. ha<sup>-1</sup>.

Při aplikaci dusíkatého hnojení se odběr fosforu z průmyslových hnojiv zvyšoval. Na variantě 014 — N<sub>2</sub>PK s optimálním hnojením činil podíl fosforu čerpáný z půdní zásoby 58,13 %, z chlévského hnoje 19,62 % a z průmyslových hnojiv 22,25 %. Aplikace předzásobního hnojení odběr fosforu oproti každoročnímu hnojení neovlivnila.

Při jednostranném hnojení N<sub>2</sub>P (varianta 025) a N<sub>2</sub>K (varianta 026) byl odběr fosforu nižší než při plném hnojení N<sub>2</sub>PK (varianta 014). Rovněž bez fosforečného a draselného hnojení na variantě 023 — N<sub>1</sub> a 024 — N<sub>2</sub> byl celkový odběr fosforu nižší.

Celkový odběr draslíku a podíl půdní zásoby, organických a průmyslových hnojiv je uveden v tab. IV. Z půdní zásoby bylo výnosem sušiny v desetiletém průměru odčerpáno 62,71 kg K. ha<sup>-1</sup>, z hnoje 29,57 kg K. ha<sup>-1</sup>. Na variantě 012 hnojené pouze PK při organickém hnojení docházelo k dalšímu příjmu draslíku z průmyslových hnojiv v množství 17,87 kg K. ha<sup>-1</sup>.

Odběr draslíku z průmyslových hnojiv se dále zvyšoval při aplikaci dusíku. Výrazně však poklesl při hnojení kieseritem. Při aplikaci předzásobního hnojení fosforečnými a draselnými hnojivy se odběr draslíku



| Varianta | Odběr celkem (kg . ha <sup>-1</sup> ) | Z půdní zásoby (%) | Z chlévského hnoje (%) | Z průmyslových hnojiv (%) |
|----------|---------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| 011      | 92,28                                 | 67,96              | 32,04                  | —                         |
| 012      | 110,15                                | 56,93              | 26,85                  | 16,22                     |
| 013      | 119,07                                | 52,67              | 24,83                  | 22,50                     |
| 014      | 127,48                                | 49,19              | 23,20                  | 27,61                     |
| 015      | 129,14                                | 48,56              | 22,90                  | 28,54                     |
| 016      | 101,18                                | 61,98              | 29,22                  | 8,80                      |
| 021      | 62,71                                 | 100,00             | —                      | —                         |
| 022      | 119,50                                | 52,48              | 24,74                  | 22,78                     |
| 023      | 88,33                                 | 71,00              | 29,00                  | —                         |
| 024      | 89,00                                 | 70,46              | 29,54                  | —                         |
| 025      | 93,92                                 | 66,77              | 33,23                  | —                         |
| 026      | 120,62                                | 51,99              | 24,51                  | 23,50                     |

nezvyšoval. Odběr draslíku se výrazně snížil na variantách bez draselného hnojení.

Z celkového množství přijatého draslíku na variantě 014 — N<sub>2</sub>PK bylo z půdní zásoby odčerpáno 49,19 %, z organických hnojiv 23,20 %, z průmyslových hnojiv 27,61 %.

Čerpání hořčíku na variantě bez organominerálního hnojení (021) dosáhlo v průměru 12,50 kg Mg . ha<sup>-1</sup>, z organických hnojiv bylo odebráno 3,09 kg Mg . ha<sup>-1</sup>. Při aplikaci kieseritu na variantě 016 — N<sub>3</sub>PKMg odběr hořčíku z tohoto hnojiva dosáhl 4,33 kg Mg . ha<sup>-1</sup>. Na celkovém odběru hořčíku na této variantě se podílela půdní zásoba 62,77 %, organická hnojiva 15,5 % a průmyslová hnojiva 21,73 %.

## DISKUSE

Příjem živin ve vyváženém poměru a jejich využití pro tvorbu výnosu je podmiňováno celým komplexem opatření, v němž je zvláště důležitá vyváženost struktury pěstovaných plodin a příznivé agrochemické vlastnosti půdy. Při optimálním hnojení NPK je potom možno očekávat i dosažení maximálních výnosů při vysokém využití průmyslových hnojiv, což potvrzují také Eich a kol. (1982).

Pravidelné organické hnojení má významný podíl na krytí celkové potřeby dusíku, fosforu a draslíku. Vyšší příjem dusíku z organických hnojiv při aplikaci fosforečných a draselných hnojiv ukazuje, že nedostatečný obsah fosforu a draslíku v půdě limituje i příjem dusíku. Jak uvádějí Žukov a kol. (1983) a Peter (1984), je to především otázka vzájemného vztahu dusíku a draslíku.

Hořečnaté hnojení ve formě kieseritu má příznivý vliv na aktivní bilanci hořčíku. Při aplikaci kieseritu se zvýšil odběr hořčíku, ale sou-

časne se snížil odběr draslíku. Příjem draslíku byl tedy determinován i čerpáním hořčíku, což prokazuje, že při nedostatku hořčíku rostlina podstatně zvyšuje příjem draslíku. Příjem draslíku lze tedy regulovat i vyváženým hnojením hořčíkem. To odpovídá antagonismu mezi draslíkem a hořčíkem, který zdůrazňují Duchoň [1964], Mazajeva [1964] a jiní.

O aktivní bilanci dusíku není třeba usilovat, naopak z ekonomického hlediska a dopadu na životní prostředí je pasivní bilance dusíku důležitá. Přitom však rostlinám musí být vyvážený příjem dusíku zabezpečen, a to nejen z průmyslových hnojiv, ale především z půdní zásoby a organických hnojiv.

Aktivní bilance dusíku při dlouhodobé absenci fosforečného a draselného hnojení odpovídá nižšímu odběru dusíku v důsledku nižší produkce sušiny při schodku zejména v příjmu draslíku. Nevyvážený příjem dalších živin determinoval i příjem dusíku. To potvrzuje poznatky, které uveřejnil Baier [1974] o potřebě vyváženého příjmu živin pro tvorbu maximální produkce sušiny.

## Literatura

- BAIER, J.: Principy základních vztahů minerální výživy rostlin. [Doktorská disertace.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1974.
- DEHODJUK, E. H. — ŠTUPUN, N. V. a kol.: Dejaki zakonomirnosti diji hnoju i mineral'nych dobriv na poživnyj režym hruntu i produktivnist pol-jevoji sivozmyny za riznyh pohodnyh umov. Visn. silskogospod. Nauky, 1983, č. 8, s. 11-16.
- DUCHOŇ, F.: Hořčík — pátá hlavní rostlinná živina a výroba kombinovaných průmyslových hnojiv. Agrochémia, 1964, č. 1, s. 7-8.
- EICH, D. a kol.: Ertragsentwicklung und Entwicklung der Gehalte an organischer Substanz und Nährstoffen im Statischen Versuch Lauchstadt. Tagungsberichte, 1982, č. 205, s. 37-48.
- MAZAJEVA, M. M.: Efektivnost udobrenij pri nedostatke magnija v počve. Vest. sel.-choz. Nauki, 1964, č. 2, s. 5-9.
- MENGEL, K.: Responses of various crop species and cultivars to fertilizer application. Pl. and Soil, 72, 1983, č. 2—3, s. 305-319.
- PETER, A. VON: NK-Niveau in der intensiven und extensiven Landwirtschaft. Kali-Briefe, 16, 1984, č. 12, s. 1-13.
- ROY, R. N.: Mineral fertilizers. In: FAO Fertil. Pl. Nutr., Bull., Rome, 1984, č. 9, s. 55-56.
- ZUKOV, S. N. a kol.: Zavisimost effektivnosti doz i form kalijnych udobrenij ot urovnja azotnogo komponenta. Chim. sel. Choz., 21, 1983, č. 4, s. 20-23.

Došlo dne 4. 1. 1989

ВАЛЕШ, Я. — СТРАД, П. (Научно-исследовательская станция растениеводства, Часлав): Баланс поступления и потребления питательных веществ в полевой экосистеме на деградированном черноземе. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 639-646.

В точном стационарном агрохимическом севообороте в 1976—1985 гг. рассчитали баланс питательных веществ (инпут-аутпут) и определили долю почвенного запаса и удобрения от выноса питательных веществ. Балансом питательных веществ доказали дефицит в случае фосфора, калия и магния на вариантах, на которых длительное время не применяли минеральные удобрения с приведенными питательными элементами. При удобрении навозом в средней годовой норме 10 т. га<sup>-1</sup> при дозе азота 86 кг. га<sup>-1</sup> в минеральных удобрениях азотный баланс был еще пассивным, это знаменательно с точки зрения защиты окружающей среды. Удобрение навозом покрывало приблизительно одну пятую потребности азота, фосфора и калия, однако не доставало самостоятельно для покрытия отобранного магния. При оптимальном органоминеральном удобрении из общего количества поступившего азота (162 кг. га<sup>-1</sup>) из почвен-

ного запаса было отобрано 56 %, из органического удобрения 23 %, из минеральных удобрений 21 %. Из поступившего фосфора в количестве 23 кг.га<sup>-1</sup> на почвенный запас было отведено 58 %, из органических удобрений 20 % и минеральных удобрений 22 %. Общее количество отобранного калия (127 кг.га<sup>-1</sup>) из почвенного запаса было представлено 49 %, органическое удобрение 23 % и минеральное удобрение 28 %.

севооборот; баланс питательных веществ; вынос питательных веществ; почвенный запас; удобрения

VALEŠ, J. — STRNAD, P. (Research Station of Crop Production, Čáslav): *Balance of Nutrient Input and Output in a Field Ecosystem on Degraded Chernozem*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 639-646.

In an exact stationary plant nutrition trial, nutrient balance (input — output) was determined and the contributions of soil reserve and fertilization to nutrient output were specified. As found on the basis of the balance, phosphorus, potassium and magnesium deficits existed in treatments where no phosphorus, potassium and magnesium fertilizers had been applied for a long time. Where dung was applied at the rate of 10 tonnes per ha annually, combined with 86 kg of fertilizer nitrogen per ha, nitrogen balance was still passive, a fact significant for environment conservation. Dung met about a fifth of the requirement for nitrogen, phosphorus and potassium but, if applied alone, it failed to replenish the soil magnesium reserve exploited by crop growing. At an optimum organomineral fertilization, the total amount of nitrogen taken by crops was 162 kg per ha, out of which 56 % came from the soil reserve, 23 % from organic manure, and 21 % from commercial fertilizers. The amount of depleted phosphorus was 23 kg per ha (58 % from soil reserve, 20 % from organic manure, 22 % from commercial fertilizers), and the amount of depleted potassium was 127 kg per ha (49 % from soil reserve, 23 % from organic manure, 28 % from commercial fertilizers).

crop rotation; nutrient balance; nutrient uptake; soil reserve; manure and fertilizers

VALEŠ, J. — STRNAD, P. (Forschungsstation für Pflanzenproduktion, Čáslav): *Bilanz der Nährstoffzufuhr und des Nährstoffentzuges im Feldökosystem auf degradiertter Schwarzerde*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 639-646.

In einer präzisen stationären Ernährungsfruchtfolge wurde von 1976 bis 1985 die Nährstoffbilanz (Input — Output) durchgeführt und anschliessend wurde auch der Anteil des Bodenvorrates und der Düngung am Nährstoffentzug festgelegt. Durch die Nährstoffbilanz konnte ein Defizit an Phosphor, Kalium und Magnesium auf solchen Varianten nachgewiesen werden, wo langfristig keine Handelsdünger mit den angeführten Nährstoffen angewendet worden waren. Bei der Düngung mit Stalldung in einer durchschnittlichen Jahresgabe von 10 t.ha<sup>-1</sup> war bei einer N-Gabe von 86 kg.ha<sup>-1</sup> in den angewendeten Mineraldüngern die N-Bilanz noch passiv, was aus der Sicht des Umweltschutzes bedeutend ist. Die Düngung mit Stalldung deckte etwa ein Fünftel des Bedarfes an N, P und K, sie vermochte aber keineswegs das entzogene Magnesium zu decken. Bei einer optimalen organo-mineralen Düngung wurden aus der Gesamtmenge von aufgenommenem Stickstoff (162 kg.ha<sup>-1</sup>) aus dem Bodenvorrat 56 %, aus den organischen Düngern 23 % und aus den Mineraldüngern 21 % entzogen. Aus dem in einer Menge von 23 kg.ha<sup>-1</sup> aufgenommenen Phosphor entfielen auf den Bodenvorrat 58 %, auf organische Dünger 20 % und auf Mineraldünger 22 %. An der Gesamtmenge von entzogenem Kalium (127 kg.ha<sup>-1</sup>) beteiligte sich der Bodenvorrat mit 49 %, die organischen Dünger mit 23 % und die Mineraldünger mit 28 %.

Fruchtfolge; Nährstoffbilanz; Nährstoffentzug; Bodenvorrat; Düngemittel

---

Adresa autorů:

Ing. Jaroslav Valeš, CSc., ing. Přemysl Strnad, DrSc., Výzkumná stanice rostlinné výroby, 286 01 Čáslav

---

M. Pelikán

PELIKÁN, M. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Odběr živin ve vztahu k jakosti ozimé pšenice*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 647-654.

V letech 1985 až 1987 byl v bramborářském výrobním typu jižní Moravy na šesti variantách polního pokusu s úrovní dusíkatého hnojení 0 až 150 kg/ha sledován vztah jakosti pšenice k odběru živin dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku. Byly použity odrůdy Regina a Košútka s dobrou pekařskou jakostí. Při porovnání odběru živin s jakostními ukazateli se shodně u obou odrůd prokázal vyšší odběr draslíku, hořčíku případně vápníku a nízký odběr fosforu a dusíku při nízkém výnosu zrna a vysoké pekařské jakosti. Opačně tomu bylo v roce s nízkou pekařskou jakostí a dostatečným výnosem zrna. Při optimálním příjmu a využití živin (rok 1987), kdy bylo dosaženo nejvyššího výnosu a vysoké pekařské jakosti, byl vysoký odběr všech živin.

ozimá pšenice; jakost pšenice; odběr dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku; výnos zrna

K dosažení vysokých výnosů i jakosti je nezbytné vytvořit takové podmínky, aby rostliny přijaly co největší množství potřebných živin ve specificky vyváženém poměru (Baier, Baierová, 1985). Na příjem živin působí faktory vnější (ekologické) a podmínky vnitřní (biologické). Teprve živiny přijaté rostlinou mohou být použity pro tvorbu výnosu a podílet se na formování jakosti.

U pšenice je nejvýznamnější živinou dusík, zúčastňuje se bezprostředně stavby bílkovinné molekuly, zajišťuje růst rostliny a výnos zrna. Úroveň a vlastnosti pšeničných bílkovin podmíněné genotypem určují podstatnou mírou jakost zrna. Odběr dusíku sklizní je také několika-násobně vyšší vzhledem k ostatním živinám.

Látkovou biosyntézu podmiňují i další živiny, avšak jejich působení na akumulaci bílkovin a utváření jakosti pšenice je spíše nepřímé.

Fosfor má důležitou úlohu v energetickém metabolismu rostliny a obecně se traduje vysoká efektivita fosforečného hnojení ve vztahu k výnosu zrna. Řada autorů upozorňuje na snížení obsahu bílkovin v zrně pšenice při zintenzivnění výživy fosforem, což Minějev, Pavlov (1984) vysvětlují tzv. růstovým zředěním v důsledku nedostatku dusíku.

Draslík je důležitý v metabolismu sacharidů a bylo zjištěno lepší využití dusíku při syntéze a transportu bílkovin při dostatečné úrovni draslíku. Jsou uváděny pozitivní interakce mezi dusíkem a draslíkem ve vztahu k pekařské jakosti pšenice.

Hořčík má nezastupitelnou úlohu v procesu fotosyntézy a jeho nedostatek limituje výši a kvalitu výnosu. Fecenko (1988) uvádí pozi-

tivní ovlivnění kvalitativních ukazatelů zrna pšenice a žita. Vápník je stavební látkou a má konformační a stabilizační vliv na bílkoviny.

Na podíl jednotlivých živin při utváření jakosti pšenice možno usuzovat podle odběru živin výnosem zrna.

## MATERIÁL A METODA

Sledování bylo prováděno v letech 1985 až 1987 v rámci agrotechnicko-výživářského polního pokusu s ozimou pšenicí, založeného na pozemcích VÚRV Praha-Ruzyně, pokusné stanici Třebíč-Střítež, která se nachází v bramborářském výrobním typu, odkud byly vzorky zrna odebrány. Půda na stanovišti je hnědozem, hlinitá, středně těžká, půdní reakce slabě kyselá. Průměrný obsah fosforu v půdě za stanovené období činil 61 mg/kg, obsah draslíku 142 mg/kg a obsah hořčíku 119 mg/kg. Klimaticky jde o oblast MT<sub>2</sub>, mírně teplou, průměrná roční teplota vzduchu podle 30letého normálu činí 7,03 °C, průměrný roční úhrn srážek 606 mm.

K sledování bylo vybráno šest variant s úrovní dusíkatého hnojení 0 až 150 kg/ha s jeho rozdílnou aplikací, jak uvádí tento přehled:

| Varianta | N před setím | N na počátku vegetace (1. jarní přihnojení) | N 6. fáze Feekese | N 10.5 fáze Feekese | Celkem N |
|----------|--------------|---------------------------------------------|-------------------|---------------------|----------|
| 1        | —            | —                                           | —                 | —                   | —        |
| 2        | 80           | —                                           | —                 | —                   | 80       |
| 3        | 120          | —                                           | —                 | —                   | 120      |
| 4        | 40           | —                                           | 40                | 30                  | 110      |
| 5        | —            | 40                                          | 40                | 30                  | 110      |
| 6        | 40           | 40                                          | 40                | 30                  | 150      |

Hnojení fosforem a draslíkem bylo provedeno jednotně u všech variant na podzim před setím, fosfor byl dodán v superfosfátu v dávce 50 kg/ha a draslík v dávce 100 kg/ha v draselné soli. Dusík byl aplikován podle metodiky na podzim v síranu amonném, během vegetace v ledku amonném s vápencem. Byly použity dvě odrůdy ozimé pšenice s dobrou pekařskou jakostí — Regina a Košútka.

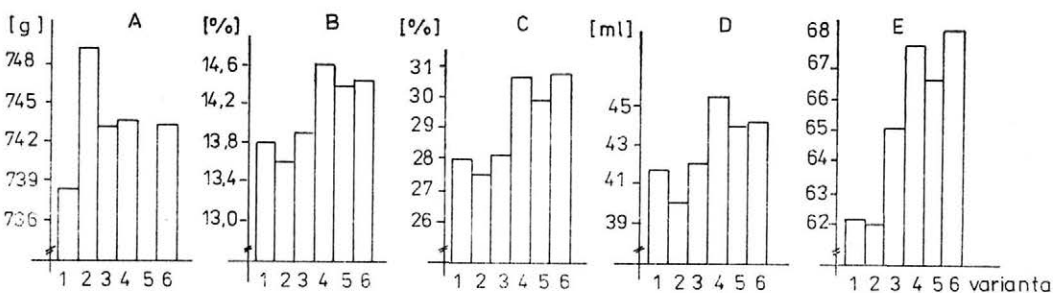
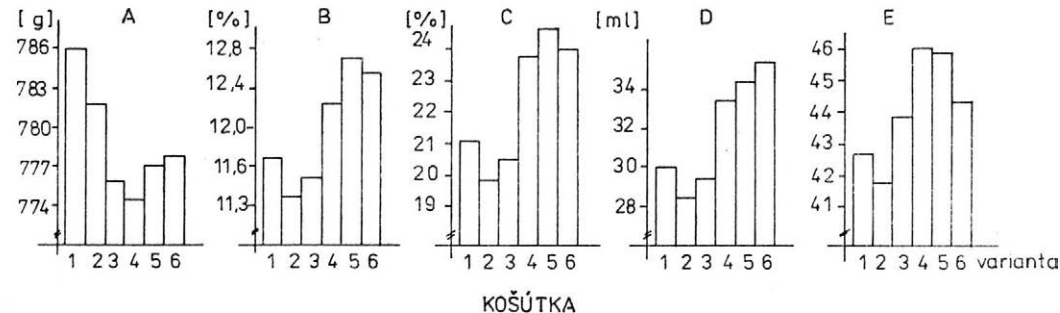
Laboratorní rozborů odebraných vzorků zrna byly prováděny podle běžných metodik, sedimentační hodnota byla stanovena s kyselinou mléčnou, valorimetrická hodnota na valorigrafu Labor-Mim z mouky získané pomletím zrna na laboratorním mlýně Quadrumat-Senior fy Brabender. Minerální prvky byly stanoveny mineralizací na mokré cestě, vápník a hořčík na atomovém absorpčním spektrofotometru, draslík plamenometricky, fosfor kolorimetricky vanadičnanovou metodou. Z obsahu živin dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v zrně a výnosu zrna byl vypočítán odběr živin výnosem z 1 ha.

## VÝSLEDKY

Vzhledem k velkému počtu číselných údajů ze sledovaných roků 1985 až 1987 jsou uvedeny pro přehlednost jen průměrné hodnoty. Přehled hlavních jakostních ukazatelů je znázorněn graficky, odběr živin je uveden v tab. I.

U odrůdy Regina bylo podle průměrných hodnot dosaženo nejvyšší objemové hmotnosti a HTZ u dusíkem nehnojené varianty (obr. 1), pak následovala varianta s dávkou dusíku 80 kg/ha. Při vyšších dávkách dusíku hodnoty obou ukazatelů klesaly. Podle obsahu bílkovin, mokrého lepku a sklovitosti a rovněž i podle sedimentační a valorimetrické hodnoty byly nejprůběžnější varianty 5, 6 a 4 s vyšší úrovní a dělenou aplikací dusíku, tedy u těchto variant bylo docíleno nejvyšší pekařské jakosti. Třeba uvést, že nejvyšší dávka dusíku (150 kg/ha — varianta 6)





1. Úroveň hlavních ukazatelů jakosti pšenice odrůd Regina a Košťutka u jednotlivých variant (průměr 1985 až 1987) — The data on the main quality parameters of wheat, varieties Regina and Košťutka, in the different treatments of the trial (average values for 1985 to 1987)

A — objemová hmotnost, B — obsah bílkovin, C — obsah mokrého lepku, D — sedimentační hodnota, E — valorimetrická hodnota

I. Odběr živin a výnos zrna ozimé pšenice odrůd Regina a Košťutka (průměr 1985 až 1987) — Nutrient uptake and grain yield in the varieties Regina and Košťutka of winter wheat (average values for 1985 to 1987)

| Odrůda   | Var. číslo | N<br>(kg. ha <sup>-1</sup> ) | Odběr živin (kg. ha <sup>-1</sup> ) |      |      |      |      | Výnos zrna<br>(t. ha <sup>-1</sup> ) |
|----------|------------|------------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------------------|
|          |            |                              | N                                   | P    | K    | Ca   | Mg   |                                      |
| Regina   | 1          | 0                            | 137,0                               | 23,6 | 37,1 | 4,22 | 7,82 | 6,58                                 |
|          | 2          | 80                           | 149,1                               | 26,0 | 43,7 | 3,38 | 8,80 | 7,57                                 |
|          | 3          | 120                          | 148,5                               | 25,7 | 42,5 | 3,56 | 8,41 | 7,42                                 |
|          | 4          | 40, —, 40, 30                | 153,9                               | 26,0 | 44,9 | 3,63 | 8,73 | 7,19                                 |
|          | 5          | —, 40, 40, 30                | 160,8                               | 27,0 | 45,7 | 4,03 | 8,75 | 7,22                                 |
|          | 6          | 40, 40, 40, 30               | 176,8                               | 29,9 | 50,4 | 4,54 | 9,47 | 8,08                                 |
|          | Ø          |                              | 154,4                               | 25,2 | 44,1 | 3,89 | 8,66 | 7,34                                 |
| Košťutka | 1          | 0                            | 124,1                               | 21,8 | 28,8 | 3,73 | 7,09 | 5,07                                 |
|          | 2          | 80                           | 158,2                               | 27,4 | 36,0 | 3,89 | 9,27 | 6,68                                 |
|          | 3          | 120                          | 156,3                               | 26,0 | 34,7 | 4,46 | 8,99 | 6,50                                 |
|          | 4          | 40, —, 40, 30                | 169,3                               | 27,6 | 39,5 | 5,50 | 9,58 | 6,65                                 |
|          | 5          | —, 40, 40, 30                | 159,1                               | 25,7 | 38,9 | 4,80 | 9,06 | 6,28                                 |
|          | 6          | 40, 40, 40, 30               | 163,6                               | 27,2 | 39,5 | 5,78 | 9,49 | 6,49                                 |
|          | Ø          |                              | 155,2                               | 26,0 | 36,2 | 4,69 | 8,91 | 6,28                                 |



zvýšení jakosti oproti variantě 5 a 4 s úrovní dusíkatého hnojení 110 kg/ha nepřinesla.

U odrůdy Košútka se u objemové hmotnosti a HTZ ukazují obdobné tendence jako u odrůdy Regina, pouze méně výrazné. Nízkou hodnotu objemové hmotnosti u nehnojené varianty 1 nepříznivě ovlivnila mimořádně nízká hodnota sledovaných ukazatelů v roce 1985. Podle obsahu sklovitosti, mokrého lepku, bílkovin, sedimentační a valorimetrické hodnoty jsou opět nepříznivější varianty 4, 6 a 5 s dělenými dávkami dusíku.

V tab. I jsou uvedeny průměrné hodnoty odběru živin a výnos zrna. U odrůdy Regina nejvyšší odběr všech živin se projevil u varianty 6 s nejvyšší úrovní dusíkatého hnojení, kde bylo docíleno nejvyššího výnosu zrna (8,08 t/ha). Nepřihlížíme-li k nehnojené variantě, u které nízký odběr živin ovlivnil především nízký výnos zrna, pak nejnížší odběr všech živin se projevil u varianty 3 s jednorázovou dávkou dusíku 120 kg/ha, aplikovanou na podzim. Co se týká výnosu zrna, varianty 2 a 3 s jednorázovou podzimní aplikací dusíku poskytly vyšší výnos než varianty 4 a 5 s dělenou aplikací.

U odrůdy Košútka byl nejvyšší odběr všech živin, vyjma vápníku, u varianty 4 (dávka dusíku 110 kg/ha) s dělenou aplikací, kde byl také dosažen vysoký výnos (6,65 t/ha), pouze o 0,03 t/ha nižší než nejvyšší výnos zaznamenaný u varianty 2. Poměrně vysoký odběr všech živin je patrný i u varianty 6, přestože výnos zrna byl o 0,19 t/ha nižší oproti variantě 2 s nejvyšším výnosem (6,68 t/ha).

V tab. II je uvedeno ovlivnění odběru živin a výnosu zrna jednotlivými faktory podle analýzy rozptylu. Povětrnostní poměry se projeví jako nejvýznamnější faktor, který vysoce významně ovlivnil odběr všech živin. Hnojení významně ovlivnilo odběr dusíku, draslíku, hořčíku a vápníku, odrůda jen odběr draslíku a vápníku. Výnos zrna byl významně ovlivněn všemi faktory. V interakcích se uplatnila kombinace roků a hnojení. Jako nejvíce ovlivnitelný se projevil odběr draslíku a vápníku, nejméně se naopak ukázal odběr fosforu.

Ve snaze najít souvislosti mezi odběrem živin a jakostí pšenice byl porovnán odběr živin v jednotlivých letech s výnosem a úrovní hlav-

II. Významnost ovlivnění odběru živin a výnosu zrna jednotlivými faktory podle analýzy rozptylu — Significance of the influence of different factors on nutrient uptake and grain yield, according to analysis of variance

| Faktor          | Stupeň volnosti | Odběr |    |    |    |    | Výnos zrna |
|-----------------|-----------------|-------|----|----|----|----|------------|
|                 |                 | N     | P  | K  | Ca | Mg |            |
| Hnojení A       | 5               | ++    |    | ++ | +  | ++ | ++         |
| Odrůda B        | 1               |       |    | ++ | ++ |    | ++         |
| Roky C          | 2               | ++    | ++ | ++ | ++ | ++ | ++         |
| Interakce A × B | 5               |       |    |    |    |    |            |
| A × C           | 10              | ++    |    | +  | +  | +  | ++         |
| B × C           | 2               |       |    |    |    |    |            |

+  $P_{0,05}$  ++  $P_{0,01}$

ních jakostních ukazatelů [vyjádřeno jako průměr všech variant hnojení], což je přehledně uvedeno v tab. III.

Při souhrnném hodnocení možno konstatovat zřetelné rozdíly mezi jednotlivými roky. U odrůdy Regina se rok 1985 odlišil výrazně nižší pekařskou jakostí (podle sedimentační a valorimetrické hodnoty) i obsahem bílkovin oproti rokům 1986 a 1987, naproti tomu se však vyznačoval podle HTZ největším zrnem při dostatečném výnosu zrna (7,48 t/ha). Při porovnání s hodnotami odběru živin možno konstatovat v tomto roce nejnižší odběr draslíku a hořčíku. Podobná tendence se projevila u odrůdy Košútka, která se však obecně vyznačovala vyšší pekařskou jakostí při nižším výnosu a nižší HTZ. Také u této odrůdy byl v roce 1985 nejnižší odběr draslíku, hořčíku a také vápníku v rámci sledovaných let.

V roce 1986 bylo u obou odrůd dosaženo vysoké jakosti. Byl zjištěn nejvyšší obsah bílkovin při současném nejnižším výnosu zrna. Nízkému výnosu odpovídal i nižší odběr živin, především dusíku a zejména fosforu, zatímco odběr draslíku a hořčíku (u odrůdy Košútka i vápníku) byl vyšší než v roce 1985, kdy bylo dosaženo vyššího výnosu.

Rok 1987 se v jakosti téměř vyrovnal předcházejícímu roku 1986. U odrůdy Regina byla nejvyšší sedimentační hodnota, u odrůdy Košútka valorimetrická hodnota a přitom současně bylo docíleno u obou odrůd nejvyššího výnosu (8,70 t/ha a 7,58 t/ha) v rámci sledovaných let. Odběr živin v tomto roce byl nejvyšší u všech živin, zejména u draslíku.

Pro názornější porovnání rozdílů v jakosti a úrovně v odběru živin byly hodnoty všech ukazatelů roku 1986 u obou odrůd vztahy za základ (100 %) a k nim byly vztaženy hodnoty jednotlivých ukazatelů z let 1985 a 1987 (tab. IV). Shora uváděné tendence takto zřetelněji vynikly. Zajímavé je, že i množství odebraných živin oběma odrůdami, přestože jde o rozdílné genotypy, je v jednotlivých letech velmi podobné. Např. v roce 1987 odběr dusíku u odrůdy Regina představoval 140,4 %, u odrůdy Košútka 140,9 % (vztaženo na rok 1986), odběr fosforu činil 147,2 a 146,3 %, odběr draslíku 153,6 a 155,4 %, odběr hořčíku 131,4 a 131,0 %.

## DISKUSE

Porovnání jakosti pšenice s odběrem hlavních živin objasňuje do jisté míry často rozporná zjištění, že s vysokým výnosem zrna je spojena nízká jakost a naopak, že někdy i při vysokém výnosu zrna lze dosáhnout dobré jakosti.

Nižší pekařská jakost v roce 1985 byla ve značné míře podmíněna chladnějším a vlhčím počasím v rozhodujících obdobích formování zrna. To vedlo k tvorbě většího zrna, jak dokazuje vysoká HTZ, a tedy k vyššímu výnosu, ale zároveň k nízkému obsahu bílkovin a nízké pekařské jakosti, což prokázala obdobně řada autorů (Petr, 1986 aj.). To znamená, že živiny byly využity především na tvorbu výnosu, proto snad byl zaznamenán i vysoký odběr fosforu v tomto roce. Zjištěný nízký odběr draslíku a hořčíku (u odrůdy Košútka i vápníku) se tak dostává do úzkého přímého vztahu k obsahu bílkovin a pekařské jakosti, charakterizované sedimentační a valorimetrickou hodnotou. Poměrně nízký odběr dusíku podmínil i nízký obsah bílkovin v zrně. Současný nízký

III. Porovnání odběru živin s výnosem zrna a hlavními jakostními ukazateli (průměr variant) — Comparison of nutrient uptake for the grain yield and the main quality parameters (average values for treatments)

| Odrůda  | Rok  | Odběr (kg. ha <sup>-1</sup> ) |      |      |      |       | Výnos zrna (t. ha <sup>-1</sup> ) | HTZ (g) | Bílkoviny (% sušiny) | Sedimentační hodnota (ml) | Valorimetrická hodnota |
|---------|------|-------------------------------|------|------|------|-------|-----------------------------------|---------|----------------------|---------------------------|------------------------|
|         |      | N                             | P    | K    | Ca   | Mg    |                                   |         |                      |                           |                        |
| Regina  | 1985 | 142,7                         | 26,2 | 34,8 | 3,73 | 7,02  | 7,48                              | 38,95   | 10,86                | 23,8                      | 33,2                   |
|         | 1986 | 133,3                         | 21,4 | 38,4 | 3,07 | 8,22  | 5,86                              | 33,45   | 12,94                | 35,4                      | 50,9                   |
|         | 1987 | 187,2                         | 31,5 | 59,0 | 4,89 | 10,80 | 8,70                              | 32,45   | 12,25                | 36,0                      | 48,7                   |
| Košťuka | 1985 | 138,3                         | 25,1 | 29,2 | 3,75 | 6,85  | 6,16                              | 34,76   | 12,78                | 32,3                      | 55,5                   |
|         | 1986 | 135,8                         | 21,4 | 31,2 | 4,29 | 8,61  | 5,09                              | 28,02   | 15,08                | 48,6                      | 69,9                   |
|         | 1987 | 191,4                         | 31,3 | 48,5 | 6,03 | 11,28 | 7,58                              | 29,87   | 14,39                | 47,7                      | 70,6                   |

IV. Relativní porovnání odběru živin s výnosem a hlavními jakostními ukazateli (‰) — Relative comparison of nutrient uptake for the yield and the main quality parameters (‰)

| Odrůda  | Rok  | Odběr (kg. ha <sup>-1</sup> ) |       |       |       |       | Výnos zrna (t. ha <sup>-1</sup> ) | HTZ (g) | Bílkoviny (% sušiny) | Sedimentační hodnota (ml) | Valorimetrická hodnota |
|---------|------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|---------|----------------------|---------------------------|------------------------|
|         |      | N                             | P     | K     | Ca    | Mg    |                                   |         |                      |                           |                        |
| Regina  | 1985 | 107,1                         | 122,4 | 90,6  | 121,5 | 85,4  | 127,6                             | 116,4   | 83,9                 | 67,2                      | 65,2                   |
|         | 1986 | 100,0                         | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0                             | 100,0   | 100,0                | 100,0                     | 100,0                  |
|         | 1987 | 140,4                         | 147,2 | 153,6 | 159,3 | 131,4 | 148,5                             | 97,0    | 94,7                 | 101,7                     | 95,7                   |
| Košťuka | 1985 | 101,8                         | 117,3 | 93,6  | 87,4  | 79,6  | 121,0                             | 124,0   | 84,7                 | 66,5                      | 79,4                   |
|         | 1986 | 100,0                         | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0                             | 100,0   | 100,0                | 100,0                     | 100,0                  |
|         | 1987 | 140,9                         | 146,3 | 155,4 | 140,6 | 131,0 | 148,9                             | 106,6   | 95,4                 | 98,1                      | 101,0                  |

odběr draslíku ukazuje na jeho význam pro využití dusíku při syntéze bílkovin, jak prokázal např. K o c h (1975).

Rok 1986, který byl teplotně normální, ale srážkově podnormální, se projevil nižším výnosem, ale vysokou jakostí zrna. Vnější podmínky v tomto roce, především povětrnostní, nebyly příznivé pro vysoký výnos, takže živiny byly zčásti usměrněny na utváření vyšší jakosti. Nízkému výnosu odpovídá nízký odběr dusíku a hlavně fosforu, zatímco odběr draslíku a hořčíku (u odrůdy Košútka i vápníku) byl vyšší než v předchozím roce. To ukazuje ve shodě s předchozím rokem na pozitivní vztah živin k jakosti zrna pšenice, což zaznamenali také A l š e v s k i j, D e r e b o n (1982). Příznivý vliv hořčíku na pekařskou jakost pšenice zjistili také P e l i k á n et al. (1984).

Optimální byl rok 1987, kdy vlivem vnějších podmínek došlo k vysokému příjmu a využití živin jak na vytvoření vysokého výnosu, nejvyššího v rámci sledovaných let, tak i k dosažení vysoké pekařské jakosti, která se téměř vyrovnala roku 1986. Ze strany povětrnostních faktorů se příznivě projevilo chladné a vlhké počasí v květnu pro tvorbu výnosu a vyšší teplota a nižší srážky v červenci pro utváření jakostního zrna během dozrávání. Proto v tomto roce byl vysoký odběr všech živin, jak dusíku a fosforu, tak i draslíku, hořčíku a vápníku. V tomto roce došlo k optimálnímu příjmu a využití všech živin, takže se mohly realizovat v dostatečné míře obě složky genetického potenciálu (K o v á č i k, 1987). V souladu se závěry, které uveřejnil B a i e r (1986), ovlivnil optimální výsledky roku 1987 vyvážený stav živin, které rostlina přijala a využila.

Za významnou možno považovat skutečnost, že stejná reakce v odběru živin v souvislosti s jakostí zrna se prokázala shodně u obou odrůd, které sice patří k jakostním pekařským pšenicím, ale představují rozdílný genotyp. Stanovením odběru živin možno přispět k objasnění rozdílů ve výnosu a jakosti v jednotlivých letech.

## Literatura

ALŠEVSKIJ, N. G. — DEREBOŇ, Ju. G.: Dějstvie magnijenyh udobrenij na urožaj i kačestvo zerna ozimoj pšenicy. Chim. sel. Choz., 20, 1982, č. 4, s. 17-20.

BAIER, J.: Racionalizace výživy rostlin při biologické maximalizaci výnosů. In: Sbor. celost. Semin. Racionalizace výživy rostlin, JZD Břežůvky, 1986, s. 31-41.

BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Abeceda výživy rostlin a hnojení. Praha, SZN 1985, 360 s.

FECENKO, J.: Využitie horčíka vo výžive rastlín. Agrochémia, 28, 1988, č. 9, s. 264-267.

KOCH, K.: Influence of potassium on grain protein composition. In: Fertilizer use and protein production. Berne, Int. Potash. Inst. 1975, s. 243-247.

KOVÁČIK, A.: Genetické aspekty tvorby kvality polních plodin. In: Zvyšování kvality potravin. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd., 1987, s. 60-64.

MINĚJEV, V. G. — PAVLOV, A. N.: Agrochemické základy zvyšování jakosti pšenice. Praha, SZN 1984, 247 s.

PELIKÁN, M. — DUDÁŠ, F. — STAŇKOVÁ, M.: Využití živin pro formování technologické jakosti pšenice. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1984, 98 s.

PETR, J.: Vliv počasí na jakost pšenice. Úroda, 1986, č. 5, s. 213-214.

Došlo dne 4. 1. 1989

ПЕЛИКАН, М. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Вынос питательных веществ по отношению к качеству озимой пшеницы. Rostl. V ýr., 35, 1989 (6) : 647-654.

В 1985—1987 гг. в картофелеводческом производственном типе в Южной Моравии на шести вариантах полевого опыта с уровнем азотного удобрения 0—150 кг/га изучали отношение качества пшеницы по отношению питательных веществ азота. Фосфора, калия, кальция, магния. Использовали пшеницы сортов Regina и Košútka которые обладают хорошим хлебопекарным качеством. При сравнении выноса питательных веществ с качественными показателями одинаково у обоих сортов подтвердился более высокий вынос калия, магния, по случаю кальция и низкий вынос фосфора и азота при низком урожае зерна и высоком хлебопекарном качестве. Другая картина наблюдалась в году с низким хлебопекарным качеством и достаточным урожаем зерна. При оптимальном поступлении и использовании питательных веществ (1987 год), когда получили самый высокий урожай и высокое хлебопекарное качество, то наблюдали высокий вынос всех питательных веществ.

пшеница озимая; качество пшеницы; вынос питательных веществ азота, фосфора, калия, кальция, магния; урожай зерна

PELIKÁN, M. (University of Agriculture, Brno): *Nutrient Uptake in relation to the Quality of Winter Wheat*. Rostl. V ýr., 35, 1989 (6) : 647-654.

In 1985 to 1987, a field trial with six nitrogen application rates (from 0 to 150 kg per ha) was conducted in a potato-growing region of South Moravia to study the relationship between the quality of wheat and the uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. The Regina and Košútka varieties of a good baking quality were used in the trial. In both varieties, higher uptake of potassium, magnesium, and/or calcium, and low uptake of phosphorus and nitrogen were associated with low grain yields and high baking quality. The reverse was the case in the year when there was a low baking quality and a high grain yield. At optimum nutrient uptake and utilization (year 1987) when the highest yield and high baking quality were recorded, the uptake of all nutrients was high.

winter wheat; wheat quality; uptake of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium; grain yield

PELIKÁN, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Nährstoffentzug in Beziehung zur Winterweizenqualität*. Rostl. V ýr., 35, 1989 (6) : 647-654.

In den Jahren 1985 bis 1987 untersuchten wir in einem Kartoffelanbaugebiet in Südmähren bei 6 Varianten eines Feldversuches mit einer N-Düngung von 0 bis 150 kg/ha die Beziehung der Weizenqualität zum Entzug von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium. Es wurden die Weizensorten Regina und Košútka mit einer guten Backqualität angewendet. Beim Vergleich des Nährstoffentzugs mit dem Qualitätsparametern wurde bei den Sorten ein höherer Entzug von Kalium, Magnesium bzw. Kalzium und ein niedriger Entzug von Phosphor und Stickstoff beim niedrigen Körnerertrag und bei hoher Backqualität beobachtet. Umgekehrt war es im Jahre mit einer niedrigen Backqualität und einem genügenden Kornertrag. Bei einer optimalen Nährstoffaufnahme und -ausnutzung (1987), wo der höchste Ertrag und eine hohe Backqualität erreicht worden waren, war der Entzug aller Nährstoffe sehr hoch.

Winterweizen; Weizenqualität; Entzug von Stickstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium; Kornertrag

---

Adresa autora:

Doc. ing. Miloš Pelikán, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

---



J. Vostal, V. Vaněk, J. Balík, J. Husa

VOSTAL, J. — VANĚK, V. — BALÍK, J. — HUSA, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha; střední zemědělská technická škola, Poděbrady): *Vliv doby aplikace močoviny na výnos ozimé pšenice*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 655-664.

Tříleté výsledky mikroparcelového pokusu s ozimou pšenicí, hnojenou močovinou v dávce dusíku  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  v různě dělených dávkách a v různých termínech aplikace (před setím, brzo na jaře, na počátku sloupkování a metání), ukazují výrazný vliv hnojení dusíkem a vliv ročníku na výnos zrna i slámy. Dusíkaté hnojení zvýšilo výnos zrna o 48 až 82 %. Rozhodující pro výnos i kvalitu zrna je hnojení dusíkem na počátku jarní vegetace. Jednorázová aplikace celé dávky dusíku před setím je výnosově nejistá. Také přesun hnojení do pozdějších fází vegetace měl za následek snížení výnosu zrna. Mezi variantami hnojenými dusíkem nebyl zjištěn výraznější rozdíl v obsahu dusíkatých látek v zrnu. Z výnosových prvků byl dusíkatým hnojením a ročníkem nejvíce ovlivněn počet zrn v klasu a počet klasů.

ozimá pšenice; hnojení močovinou; doba aplikace dusíku; výnos zrna; výnosové prvky

Výnos zrna ozimé pšenice je ovlivňován mnoha faktory a podmínkami a vzájemným spolupůsobením těchto podmínek. Z nejvýznamnějších je třeba jmenovat výkonnou odrůdu, vhodnou do daných podmínek, předplodinu a vysokou půdní úrodnost, ale i povětrnost (Kandera, 1980; Petr, 1983; Ivanič et al., 1984; Strnad, Valeš, 1986; Šíp et al., 1987 aj.). Významný podíl na tvorbě výnosu i kvality zrna má výživa rostlin, hlavně na méně úrodných stanovištích. Prioritní postavení ve výživě ozimé pšenice má dusík. S ohledem na značně rozdílné půdní a klimatické podmínky, ve kterých se ozimá pšenice pěstuje, a také proto, že jde o ozimou plodinu se značnou plasticitou a odrůdovou různorodostí, je určení vhodné dávky dusíku i doby aplikace obtížné a je závislé na konkrétních pěstelských a stanovištních podmínkách. Většina autorů se shoduje v tom, že převážnou část dusíku v průmyslových hnojivech je třeba aplikovat během vegetace rostlin (Děřavin et al., 1985; Koreňkov et al., 1985; Volynkina, 1985; Vaněk et al., 1985, Petr, 1986 aj.). Podle současných poznatků o přeměnách jednotlivých forem dusíku v půdě a jejich pohybu je vyšší obsah minerálního dusíku v půdě v období zimy a předjaří nežádoucí, protože může docházet k vyplavení dusíku do spodních horizontů, ale především se zvyšuje možnost ztrát dusíku denitrifikací. Omezení podzimního hnojení je u nás zdůvodněno i změnami v sortimentu dusíkatých hnojiv.

Velká pozornost je věnována optimalizaci výživy pšenice podle stavu porostů (Petr, 1983), rozborů rostlin (Baier, 1985; Baier,



Baierová, 1987; Michalík, Ložek, 1985) a obsahu minerálního dusíku v půdě (Müller et al., 1984; Lahký, 1985; Pljupelite et al., 1986 aj.).

## MATERIÁL A METODA

Mikroparcelový pokus byl založen v roce 1983 na pokusné bázi agronomické fakulty VŠZ Praha. Jednotlivé mikroparcely byly vytvořeny zapuštěním pevně spojených bloků hranolů z novoduru do půdy. Hloubka činila 0,4; šířka 0,2 a délka 0,25 m. Plocha mikroparcely byla tedy 0,05 m<sup>2</sup>. Kolem zapuštěných mikroparcel byl vytvořen ochranný pás, kde byla také pěstována ozimá pšenice. Celé pokusné místo bylo umístěno ve voliéře.

Pokusnou plodinou byla ozimá pšenice, odrůda Slavia, která byla pěstována tři roky na stejném stanovišti. Výsev byl uskutečněn v období mezi 9. až 15. 10. a odpovídal 5 mil. klíčivých zrn na 1 ha.

### Charakteristika zeminy na pozemku

|                     |              |                                             |      |
|---------------------|--------------|---------------------------------------------|------|
| Půdní představitel  | hnědozem     | N <sub>i</sub> (‰)                          | 0,16 |
| Půdní druh          | půda hlinitá | P (Egner) v mg . kg <sup>-1</sup>           | 63   |
| Podloží             | spraš        | K (Schachtschabel) v mg . kg <sup>-1</sup>  | 135  |
| pH (KCl)            | 7,0          | Mg (Schachtschabel) v mg . kg <sup>-1</sup> | 155  |
| C <sub>ox</sub> (‰) | 1,55         |                                             |      |

Hnojení fosforem a draslíkem bylo uskutečněno každoročně před setím v dávce 42 a 100 kg . ha<sup>-1</sup> ve formě granulovaného superfosfátu a 60 ‰ draselné soli. Dávka dusíku ve formě močoviny činila 150 kg . ha<sup>-1</sup>. Celkem bylo zařazeno sedm variant hnojení. Z toho první varianta nebyla hnojena dusíkem a ostatních šest variant obdrželo stejnou celkovou dávku dusíku, ale v různou dobu a v různé dělených dávkách (tab. I). Varianty byly třikrát opakovány.

Při sklizni byla zjištěna hmotnost rostlin, výška rostlin, počet klasů a později další údaje o struktuře výnosu a uskutečněny chemické analýzy zrna a slámy.

Průběh povětrnosti v pokusných letech byl značně rozdílný. Jak vyplývá z grafu na obr. 1, je možné charakterizovat počasí v zimních měsících roku 1983/1984 jako velmi mírné a teplotně nadnormální, zatímco zima roku 1984/1985 byla stabilní a velmi studená, takže půda byla dlouhou dobu promrzlá. V roce 1985/1986 byla zima charakteristická výkyvy teplot i srážek. Teploty v měsíci dubnu a květnu byly v roce 1984 mírně podnormální, zatímco rok 1985 byl teplotně mírně nad normálem a nejtepleji bylo v roce 1986, kdy průměrné měsíční teploty v dubnu byly o 1,3 °C a v květnu o 2,8 °C vyšší než dlouhodobý průměr. Ještě výraznější byly rozdíly u srážek. Ve všech pokusných letech byly srážky v dubnu nižší než normál, zvláště v roce 1986, kdy spadlo jen 15,8 mm srážek, což představuje jen 38 ‰ normálu. Květen roku 1984 byl bohatší na srážky, ale nejvíce srážek spadlo v květnu 1986, a sice 212 ‰ dlouhodobého průměru.

Pokusné uspořádání formou mikroparcel a bez střídání plodin bylo voleno s cílem ověření dusíkatého hnojení ve formě močoviny a bylo podloženo i důvody ekonomickými a analytickou náročností vzhledem k množství aplikovaného izotopu <sup>15</sup>N. Močovina byla aplikována v roztoku, aby byla zajištěna rovnoměrnost aplikace.

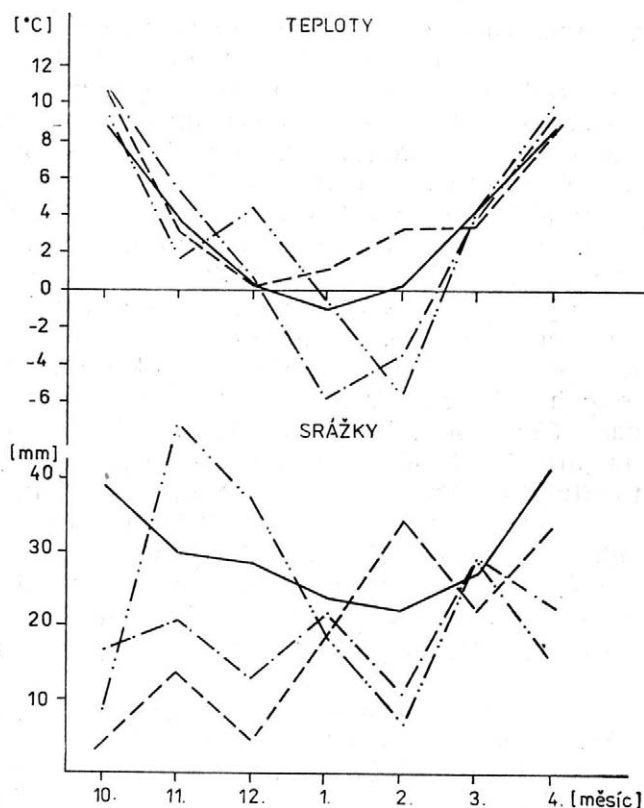
## VÝSLEDKY

Souhrnné výsledky výnosu zrna jsou uvedeny v tab. I. Z těchto údajů je patrné, že výnos zrna byl výrazně ovlivněn dusíkatým hnojením a ročníkem, různá doba aplikace močoviny a rozdělení dávky dusíku se projevilo na výnosu již méně.

V prvních dvou pokusných letech bylo u variant hnojených dusíkem dosaženo vysokých a většinou vyrovnaných výnosů zrna. V prvním po-

1. Průběh teplot a srážek od října do dubna v jednotlivých pokusných letech — The temperatures and precipitation sums from October to April of the experimental years

———— normál  
 - - - - - 1983/1984  
 - . - . - 1984/1985  
 - . . . . 1985/1986



I. Výnos zrna ozimé pšenice (g sušiny zrna na 0,05 m<sup>2</sup>) — Grain yield in winter wheat (g dry matter of grain per 0.05 m<sup>2</sup>)

| Varianta              | N<br>(kg. ha <sup>-1</sup> ) |     |    |    | Výnos zrna |       |       | Průměr | %     |
|-----------------------|------------------------------|-----|----|----|------------|-------|-------|--------|-------|
|                       | doba aplikace*               |     |    |    | 1984       | 1985  | 1986  |        |       |
|                       | Z                            | R   | P  | K  |            |       |       |        |       |
| 1                     | —                            | —   | —  | —  | 20,2       | 28,1  | 8,9   | 19,08  | 100,0 |
| 2                     | 150                          | —   | —  | —  | 31,3       | 39,9  | 23,0  | 31,42  | 164,7 |
| 3                     | 75                           | 75  | —  | —  | 41,1       | 37,4  | 25,7  | 34,73  | 182,0 |
| 4                     | 50                           | 50  | 50 | —  | 34,3       | 39,6  | 25,5  | 33,13  | 173,7 |
| 5                     | —                            | 150 | —  | —  | 38,4       | 37,7  | 27,4  | 34,49  | 180,7 |
| 6                     | —                            | 75  | 75 | —  | 36,3       | 38,3  | 24,4  | 33,01  | 173,0 |
| 7                     | —                            | 50  | 50 | 50 | 30,5       | 31,8  | 22,7  | 28,32  | 148,4 |
| D <sub>min</sub> 0,05 |                              |     |    |    | 5,22       | 10,53 | 11,84 | 5,89   | —     |

\* doba aplikace: Z — základní — před setím  
 R — regenerační ve fázi Fe 3  
 P — produkční ve fázi Fe 5  
 K — kvalitativní ve fázi Fe 10

kusném roce byla úroveň výnosů zrna u variant hnojených dusíkem oproti variantě dusíkem nehnojené vyšší o 51 až 103 % a ve druhém roce o 13 až 42 %. Ve třetím pokusném roce nastal výrazný pokles výnosu, což bylo zřejmě způsobeno tím, že pšenice byla pěstována již třetím rokem na stejném stanovišti, a také méně příznivými podmínkami pro obilniny v tomto roce. Největší pokles výnosu zrna nastal u varianty nehnojené dusíkem, kde dosáhl jen 36 % úrovně výnosů prvních dvou let. U variant hnojených dusíkem činila v roce 1986 výnosová úroveň zhruba 68 % výnosů let 1984 a 1985.

Vysoký výnos zrna ve všech pokusných letech poskytla varianta 3, na které bylo použito dávky dusíku  $75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  na podzim před setím a  $75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  brzo na jaře. Naopak nejnižší výnosy zrna z variant hnojených dusíkem byly u varianty 7 s dávkou dusíku rozdělenou na tři části ( $50 + 50 + 50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), z nichž první dávka byla aplikována brzo na jaře a další pak ve fázi 5 a 10 podle Feekese. Další varianty poskytovaly dosti vyrovnané výsledky a ukazují, že včasná jarní dávka dusíku přispívá k dobrému a stabilnímu výnosu zrna. Jednorázová aplikace celé dávky dusíku na podzim je výnosově méně jistá. Pouze ve druhém pokusném roce, zřejmě vlivem mimořádných povětrnostních podmínek v zimním období a na jaře (sušší, stabilní a chladná zima), poskytla vysoký výnos zrna.

II. Výnos slámy ozimé pšenice (g sušiny slámy na  $0,05 \text{ m}^2$ ) — The yield of winter wheat straw (g of straw dry matter per  $0.05 \text{ m}^2$ )

| Varianta | 1984 | 1985 | 1986 | Průměr | %     |
|----------|------|------|------|--------|-------|
| 1        | 29,3 | 59,2 | 11,7 | 33,39  | 100,0 |
| 2        | 44,4 | 90,4 | 20,5 | 51,79  | 155,1 |
| 3        | 63,1 | 85,1 | 17,1 | 55,07  | 164,9 |
| 4        | 50,1 | 73,6 | 23,7 | 49,15  | 147,2 |
| 5        | 55,2 | 79,9 | 23,2 | 52,75  | 158,0 |
| 6        | 52,7 | 85,5 | 26,0 | 54,72  | 163,9 |
| 7        | 45,5 | 67,3 | 26,5 | 46,43  | 139,1 |

Výnos slámy (tab. II) vykazuje podobné tendence jako výnos zrna. Výrazný pokles hmotnosti slámy ve třetím pokusném roce se dá vysvětlit jednak tím, že porost pšenice byl řidší, ale hlavně nižší. Výška rostlin v roce 1986 se pohybovala jen okolo 60 cm, zatímco v roce 1984 byla 90 cm a v roce 1985 80 cm. Porovnáme-li hmotnosti zrna a slámy, vidíme, že v prvních dvou pokusných letech byl výnos slámy vždy vyšší než výnos zrna. V roce 1984 byl poměr zrna ke slámě 1 : 1,46 a byl velmi vyrovnaný u všech variant — pohyboval se v rozmezí 1,42 až 1,54. Vysoký výnos slámy v roce 1985 ovlivnil poměr zrna ke slámě tak, že dosáhl průměrné hodnoty 2,14 (rozmezí 1,86 až 2,31). V roce 1986 byla však hmotnost slámy u většiny variant nižší než hmotnost zrna a poměr klesl na hodnotu 0,94. Z těchto výsledků je zřejmé, že pro dosažení vysokého výnosu zrna je zapotřebí vytvoření potřebného množství nadzemní biomasy, a tím i určitého poměru zrna ke slámě, charakteristického pro pěstovanou odrůdu.

III. Výnosové prvky ozimé pšenice v jednotlivých pokusných letech — Yield components of winter wheat in the experimental years

| Výnosový prvek                  | Varianty<br>hnojení | Pokusný rok |      |      | Průměr |
|---------------------------------|---------------------|-------------|------|------|--------|
|                                 |                     | 1984        | 1985 | 1986 |        |
| Počet zrn v klasu               | 1                   | 29,1        | 32,2 | 14,7 | 25,3   |
|                                 | 2—7                 | 30,2        | 37,8 | 25,6 | 31,2   |
| Počet klasů na 1 m <sup>2</sup> | 1                   | 424         | 476  | 362  | 421    |
|                                 | 2—7                 | 690         | 542  | 588  | 607    |
| HTZ                             | 1                   | 36,3        | 39,9 | 37,2 | 37,8   |
|                                 | 2—7                 | 37,2        | 39,7 | 37,1 | 38,0   |

Hodnocení výnosových prvků ukázalo, že mezi variantami hnojenými dusíkem (varianty 2 až 7) nebylo většinou v jednotlivých pokusných letech podstatnějších rozdílů, a proto jsou v tab. III uvedeny jen výsledky varianty nehnojené dusíkem a průměr všech variant s dusíkatým hnojením. Uváděné výsledky však ukazují, že ročník a dusíkaté hnojení značně ovlivnilo počet klasů a počet zrn v klasu. Změny v hmotnosti 1000 zrn (HTZ) byly malé, větší vliv zde měl ročník než hnojení dusíkem. Výnos zrna u variant hnojených dusíkem byl v roce 1984 zajištěn vysokým počtem klasů a vysokým počtem zrn v klasu. V roce 1985 se na vysokém výnosu zrna nejvíce podílel vysoký počet zrn v klasu a vyšší HTZ. Pokles výnosu zrna v roce 1986 byl nejvíce ovlivněn nižším počtem zrn v klasu. Při hodnocení jednotlivých variant hnojení (tab. IV) lze konstatovat, že z hlediska uspořádání výnosových prvků je na posledním místě varianta 7, která vykazuje nejnižší počet klasů a nejnižší počet zrn v klasu, a i když HTZ je na dobré úrovni, nestačí to na vyrovnání výnosu. U výnosově nejlepší varianty (varianta 3) jsou na dobré úrovni všechny výnosové prvky. Zajímavé je zjištění, že vysoké jednorázové dávky dusíku brzo na jaře (varianta 5) nepůsobily výrazně vyšší odnožování, a tím ani vyšší počet klasů. Rozsah našich po-

IV. Výnosové prvky ozimé pšenice (průměr tří pokusných let) — Yield components of winter wheat (average values for three experimental years)

| Varianta | HTZ  | Počet zrn<br>v klasu | Počet klasů<br>na 1 m <sup>2</sup> | Hmotnost zrn<br>v klasu (g) |
|----------|------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1        | 37,8 | 25,3                 | 421                                | 0,91                        |
| 2        | 37,4 | 31,3                 | 580                                | 1,08                        |
| 3        | 38,0 | 33,1                 | 612                                | 1,13                        |
| 4        | 37,4 | 31,8                 | 628                                | 1,06                        |
| 5        | 38,3 | 29,7                 | 596                                | 1,16                        |
| 6        | 38,0 | 31,4                 | 648                                | 1,02                        |
| 7        | 38,1 | 29,6                 | 578                                | 0,98                        |

V. Obsah dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku v zrně (% v sušině zrna) — Contents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in grain (% in grain dry matter)

| Pokusný rok | Varianta hnojení | N    | P    | K    | Ca   | Mg   |
|-------------|------------------|------|------|------|------|------|
| 1984        | 1                | 1,88 | 0,24 | 0,42 | 0,07 | 0,09 |
|             | 2—7              | 1,99 | 0,24 | 0,35 | 0,06 | 0,09 |
| 1985        | 1                | 1,71 | 0,28 | 0,36 | 0,03 | 0,04 |
|             | 2—7              | 2,00 | 0,28 | 0,37 | 0,05 | 0,08 |
| 1986        | 1                | 1,81 | 0,39 | 0,50 | 0,05 | 0,12 |
|             | 2—7              | 1,92 | 0,32 | 0,47 | 0,05 | 0,10 |

kusů a jejich uspořádání poskytuje sice jen omezený počet údajů o výnosových prvcích a formování výnosu zrna pšenice ozimé, ale přesto se dá odvodit zcela jednoznačná tendence rozhodujícího vlivu počtu klasů a počtu zrn v klasu na výnos zrna.

Chemickými analýzami zrna a slámy byly zjištěny jen malé změny obsahu dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku, zejména u variant hnojených dusíkem. Proto také v tab. V a VI jsou uváděny výsledky varianty nehnojené dusíkem a průměr variant hnojených dusíkem. Velmi vyrovnaný obsah makroprvků byl v zrně, projeví se větší rozdíly mezi ročníky než mezi hnojenými variantami. Podobné tendence byly zjištěny i u slámy, kde však docházelo k většímu kolísání hodnot. Obsah fosforu a do jisté míry i obsah dusíku byl ve slámě u varianty nehnojené dusíkem výrazně nižší než u hnojených variant (tab. VI).

V tab. VII jsou uvedeny obsahy dusíkatých látek v zrně. Je patrný poměrně malý vliv doby hnojení dusíkem a rozdělení dávky dusíku. Vyrovnaný obsah dusíkatých látek byl v letech 1984 a 1985 a pohyboval se v rozmezí 12,13 až 12,85 %. V roce 1986 nastal u většiny variant mírný pokles obsahu dusíkatých látek, jejich průměrný obsah za tři roky poklesl u variant hnojených dusíkem přesahuje 12 %. Ani pozdní hnojení

VI. Obsah dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a hořčíku ve slámě (% v sušině slámy) — Contents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in straw (% in straw dry matter)

| Pokusný rok | Varianta hnojení | N    | P    | K    | Ca   | Mg   |
|-------------|------------------|------|------|------|------|------|
| 1984        | 1                | 0,62 | 0,05 | 0,84 | 0,34 | 0,08 |
|             | 2—7              | 0,47 | 0,03 | 0,76 | 0,31 | 0,09 |
| 1985        | 1                | 0,59 | 0,15 | 0,68 | 0,26 | 0,10 |
|             | 2—7              | 0,55 | 0,04 | 0,65 | 0,24 | 0,07 |
| 1986        | 1                | 0,52 | 0,12 | 0,33 | 0,49 | 0,11 |
|             | 2—7              | 0,50 | 0,07 | 0,99 | 0,45 | 0,10 |

| Varianta | 1984  | 1985  | 1986  | Průměr |
|----------|-------|-------|-------|--------|
| 1        | 11,75 | 10,69 | 11,31 | 11,25  |
| 2        | 12,56 | 12,56 | 11,81 | 12,31  |
| 3        | 12,50 | 12,43 | 11,94 | 12,29  |
| 4        | 12,44 | 12,43 | 12,50 | 12,46  |
| 5        | 12,85 | 12,43 | 12,00 | 12,43  |
| 6        | 12,13 | 12,62 | 11,38 | 12,04  |
| 7        | 12,25 | 12,43 | 12,31 | 12,33  |

dusíkem (varianta 7) se neprojevilo na výraznějším zvýšení obsahu dusíkatých látek. Jejich výrazně nižší obsah byl zaznamenán jen u varianty nehnojené dusíkem.

## DISKUSE

Výnosové výsledky svědčí o tom, že i při vysoké půdní úrodnosti je možné ovlivnit výši výnosu zrna ozimé pšenice vhodně volenou dávkou dusíku a dobou její aplikace. Výnos zrna i slámy byl také výrazně ovlivněn povětrností v jednotlivých letech. K a n d e r a (1980) považuje vliv povětrnosti za nejvýznamnější faktor ovlivňující vývoj zrna ozimé pšenice. Také P e t r et al. (1987) poukazují na významný vliv počasí na utváření jednotlivých výnosových prvků, a tím i výnosu zrna pšenice. Působení doby aplikace dusíku a dělení jeho dávky bylo značně závislé na průběhu srážek a teplot, zvláště v zimním a jarním období. Průběh povětrnosti nejvíce ovlivnil účinnost podzimního hnojení. Při mírné zimě (1983/1984) a kolísání teplot a srážek (1985/1986) byla účinnost podzimního hnojení malá a naopak po stabilním a velmi chladném počasí zimy 1984/1985 bylo dosaženo vysokého výnosu zrna i při jednorázovém podzimním hnojení. V tomto roce byla zřejmě omezena biologická činnost půdy a nebyly podmínky pro výraznější změny a pohyb dusíku v půdě a jeho ztráty. Výnosové výsledky třetího pokusného roku byly zřejmě více než ročníkem negativně ovlivněny působením předplodiny, což se projevilo celkovým poklesem výnosu u všech variant a nejvýrazněji na variantě dusíkem nehnojené.

Při celkovém hodnocení výnosových výsledků je dosti jednoznačná tendence lepších výsledků u variant hnojených dusíkem v časném jarním období. Podobná zjištění konstatují A p l t a u e r (1982), M ü l l e r et al. (1984), K o r e ň k o v et al. (1985), P i k u š et al. (1985) aj. a naopak přesun hnojení dusíkem do pozdních fází vegetace měl za následek snížení výnosu. Tímto tzv. kvalitativním hnojením nebyla výrazněji ovlivněna HTZ, ani obsah dusíkatých látek v zrna, což je ve shodě s našimi výsledky z dobrých stanovišť, kde jsme jen v některých letech zaznamenali pozitivní efekt tohoto hnojení (V a n ě k et al., 1985). Posuzujeme-li výnos zrna a slámy a jejich vzájemný poměr, vidíme, že při vysokém výnosu zrna byla i vysoká hmotnost slámy, a tedy celkově



vysoká produkce nadzemní biomasy, což je ve shodě s výsledky, které uvádějí Šimon (1983), Baier et al. (1987) a jiní.

Z hodnocení struktury výnosu zrna je patrné, že rozhodujícím výnosovým prvkem je počet zrn v klasu a počet klasů na jednotce plochy. Ve shodě s výsledky, které uvádějí Müller et al. (1984), bylo zjištěno, že pro dosažení vysokého výnosu zrna je zapotřebí zajistit 600 a více klasů na 1 m<sup>2</sup>. Zajímavé je zjištění, že vysoká jednorázová dávka dusíku brzo na jaře téměř neovlivnila počet klasů. Výsledky citovaných autorů též ukazují, že vyšší dávky dusíku brzo na jaře, případně vysoký obsah minerálního dusíku v půdě nepůsobí nadměrné zahuštění porostů pšenice ani u porostů s vysokým počtem rostlin.

## Literatura

- APLTAUER, J.: Vliv termínu a způsobu aplikace dusíkatých hnojiv na výnos ozimé pšenice. Rostl. Vyr., 28, 1982, č. 6, s. 605-613.
- BAIER, J.: Optimalizace hnojení — současná i perspektivní nezbytnost. In: Sbor. Českoslov. Akad. zeměd., 1985, č. 95, s. 4-10.
- BAIER, J. — BAIEROVÁ, V.: Model výživného stavu ozimé pšenice pro různé výnosy. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 4, s. 367-372.
- BAIER, J. — JELÍNEK, K. — KŘÍŠTAN, F. — STRNAD, P.: Dynamika tvorby sušiny nadzemní biomasy ozimé pšenice při různých výnosových hladinách. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 3, s. 231-240.
- DĚRŽAVIN, L. M. — LITVAK, Š. J. — ČENKIN, A. F.: Komplexnoje primeněníje sredstv chimizacij pri intenzivnoj technologii vozdelivaniija ozimnoj pšenicy. Agrochimija, 1985, č. 4, s. 48-55.
- IVANIČ, J. — HAVELKA, B. — KNOP, K.: Výživa rastlín a hnojenie. Bratislava, Priroda — Praha, SZN 1984.
- KANDERA, J.: Vplyv hnojenia dusíkom a použitia prípravku CCC pri ozimnej pšenici. Agrochémia, 20, 1980, s. 133-136.
- KOREŇKOV, D. A. — RUDELEV, E. V. — FILIMONOV, D. A.: Transformacija i ispolzovaniija azota <sup>15</sup>N ozimoj pšenicej v závisimosti ot srokov jego vněseniija. Agrochimija, 1985, č. 10, s. 3-10.
- LAHKÝ, J.: Regeneračné prihnojovanie pšenice podľa obsahu nitrátového dusíka v pôde. Rostl. Vyr., 31, 1985, č. 6, s. 645-652.
- MICHALÍK, J. — LOŽEK, O.: Optimalizácia dusíkatej výživy porastov ozimnej pšenice počas vegetácie. Rostl. Vyr., 31, 1985, č. 5, s. 487-494.
- MÜLLER, S. — MORITZ, D. — ANSORGE, H.: Einfluss von Stickstoff auf Ertrag und Ertragsstrukturelemente bei Wintergetreide sowie Schlussfolgerungen für die Bemessung der Stickstoffdüngung (Parzellenversuche). Arch. Acker- Pfl.-Bau Bodenkde, 28, 1984, s. 457-462.
- PETR, J. a kol.: Intenzivní obilnářství. Praha, SZN 1983.
- PETR, J.: Optimalizace využívání průmyslových hnojiv při hospodaření ve středních a vyšších polohách. In: Sbor. Ref. Semin. Racionální hnojení obilnin dusíkem, Sušice, 1986, s. 123-133.
- PETR, J. — COUFAL, V. — BRYCHTOVÁ, H.: Vliv počasí na tvorbu výnosu ozimé pšenice. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 2, s. 141-152.
- PIKUŠ, G. R. — DEMIŠEV, L. F. — GETMANEC, A. J.: Vlijanije form azotnych udobrenij na urožaj i kačestvo ozimoj pšenicy v uslovijach orošeniija. Agrochimija, 1985, č. 5, s. 12-16.
- PLJUPELITE, E. A. — LAZANSKAS, S. P. — MATUSJAVIČJUS, K. J. — ŠKIRPENE, M. I. — VAJUŠVILA, Z. V. — EŽERINSKENE, I. E.: Urožaj ozimoj pšenicy i efekktivnosť azotnych udobrenij v zavisimosti ot soděržaniija mineralnogo azota v počve v uslovijach Litovskoj SSR. Agrochimija, 1986, č. 10, s. 3-9.
- STRNAD, P. — VALEŠ, J.: Vliv organominerálního hnojení na výživu a produkci ozimé pšenice v různých agroekosystémech. Rostl. Vyr., 32, 1986, č. 10, s. 1011-1018.
- ŠÍP, J. — VALKOUN, J. — MALÝ, J. — TÁBORSKÁ, J. — ŠKORPÍK, M.: Analýza výnosu zrna ozimé pšenice v ČSSR za třicetileté období. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 5, s. 449-458.

SIMON, J.: Působení závlahy, hnojení a výsevu na výnos biomasy ozimé a jarní pšenice. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 8, s. 827-837.

VANĚK, V. — KNOP, K. — MATOUSCH, O. — BALÍK, J. — TESAŘ, S.: Ovlivnění přeměn dusíku v půdě a efektivnost dusíkatého hnojení. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1985.

VOLYNKINA, O. V.: Effektivnost močoviny pri raznych dozach i srokach vněšení na vyščelocenom černozeme Kurganskoj oblasti. Agrochimija, 1985, č. 12, s. 22-28.

Došlo dne 3. 3. 1988

ВОСТАЛ, Й. — ВАНЕК, В. — БАЛИК, Й. — ГУСА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Прага; Сельскохозяйственный техникум, Подěbrady): **Влияние срока применения мочевины на урожай пшеницы озимой.** Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 655-664.

Трехлунные результаты мелкоделяночного опыта с пшеницей озимой, удобряемой мочевиной в дозе азота  $150 \text{ kg} \cdot \text{га}^{-1}$  в различных, разделенных дозах и в разных сроках применении (до посева, ранней весной, в начале стеблевания и выметывания), показывают отчетливое действие удобрения азотом и влияние года на урожай зерна и соломы. Азотное удобрение увеличило урожай зерна на 48—82 %. Решающее для урожая и качества зерна — это удобрение азотом в начале весенней вегетации. Одноразовое применение всей дозы азота до посева с точки зрения урожая не обязательным. Также перенос удобрения в более поздние фазы вегетации способствовал понижению урожая зерна. Между вариантами удобряемыми азотом не было установлено более отчетливой разницы в содержании азотистых веществ в зерне. Из элементов урожая азотным удобрением и годом больше всего действовали на количество зерен в колосе и количество колосов.

пшеница озимая; удобрение мочевиной; срок применения азота; урожай зерна; элементы урожая

VOSTAL, J. — VANĚK, V. — BALÍK, J. — HUSA, J. (University of Agriculture, Praha; Secondary Agricultural Technical School, Poděbrady): *Effect of Urea Application Time on the Yields of Winter Wheat.* Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 655-664.

Winter wheat was studied in microplot trials where urea was applied (total nitrogen dose  $150 \text{ kg per ha}$ ). The amount of urea was divided into different batches, applied at different times (before sowing, in early spring, at the onset of shooting and heading). Three-year results of these trials suggest that nitrogen fertilization and the year of cultivation have a significant influence on grain and straw yields. Nitrogen fertilization increased the grain yield by 48-82 %. Nitrogen fertilization at the onset of spring growth is essential for good yields and quality of grain. Applying all nitrogen before sowing cannot guarantee a high yield. Grain yield was also affected when fertilization was left until the later stage of growth. No significant difference in the content of crude protein in grain was recorded between the different fertilization treatments. Of the yield components, the number of grains per ear and the number of ears are influenced most significantly.

winter wheat; urea fertilization; nitrogen application time; grain yield; yield components

VOSTAL, J. — VANĚK, V. — BALÍK, J. — HUSA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha; Landwirtschaftliche technische Mittelschule, Poděbrady): *Einfluss des Applikationstermins für Harnstoff auf den Winterweizenenertrag.* Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 655-664.

Die dreijährigen Ergebnisse eines Mikroparzellenversuches mit dem mit Harnstoff in einer N-Gabe von  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  in geteilten Gaben und in verschiedenen Applikationsterminen (vor der Saat, frühzeitig im Frühjahr, zu Beginn des Schossens und des Ährenschiebens) gedüngten Winterweizen deuten auf einen bedeutenden Einfluss der N-Düngung und den Einfluss des Jahrganges auf den Korn- und Strohertrag hin. Die N-Düngung steigerte den Kornertrag um 48 bis 82 %. Entschei-

dend für den Kornertrag und die Kornqualität ist die N-Düngung zu Beginn der Frühjahrsvegetation. Eine einmalige Applikation der gesamten N-Gabe vor der Saat ist ertragsmässig unsicher. Auch die Verschiebung der Düngung in spätere Vegetationsphasen zog eine Ertragsverminderung nach sich. Zwischen den N-gedüngten Varianten wurde kein grösserer Unterschied im Gehalt des Kornes an N-Stoffen festgestellt. Von den ertragsbildenden Elementen wurden durch die N-Düngung und den Jahrgang vor allem die Kornzahl je Ähre und die Ährenzahl beeinflusst.

Winterweizen; Harnstoffdüngung; N-Applikationstermin; Kornertrag; ertragsbildende Elemente

---

*Adresy autorů:*

Doc. ing. Josef V o s t a l, CSc., ing. Václav V a n ě k, CSc., ing. Jiří B a l í k, CSc.,  
Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 — Suchbát  
Ing. Jiří H u s a, CSc., střední zemědělská technická škola, 290 01 Poděbrady

---

# TVORBA BIOMASY KOSTRAVY TRSTOVITEJ (*FESTUCA ARUNDINACEA* SCHREB.) V ZÁVISLOSTI OD RÔZNEJ VÝŽIVY DUSÍKOM

J. Kašper, N. Gáborčík

---

KAŠPER, J. — GÁBORČÍK, N. (Výskumné centrum pôdnej úrodnosti — Ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica): *Tvorba biomasy kostravy trstovitej (Festuca arundinacea Schreb.) v závislosti od rôznej výživy dusíkom*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 665-672.

V horskej oblasti východného Slovenska (Hozelec 710 m n.m.) sme sledovali produkčnú schopnosť kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) odrody Lekora v monokultúre a v miešanke s ďatelinou plazivou (*Trifolium repens* L.) odrody Blanca. V podmienkach bez aplikácie dusíka dosahovala odroda Lekora priemernú ročnú produkciu sušiny 3,534 t/ha a zvýšila sa o 2,02; 2,47 a 2,79 násobok pri dávke dusíka 120; 240 a 360 kg/ha. Miešanka oboch druhov s odrodou Blanca bez aplikácie dusíka a pri dávke dusíka 120 kg/ha dosahovala produkciu sušiny 7,278 a 8,536 t/ha, čím sa vyrovnala monokultúre odrody Lekora pri dávke dusíka 120, resp. 240 kg/ha. Zaradenie odrody Blanca do porastu kostravy trstovitej bolo tak ekvivalentné dávke dusíka 120 kg/ha za rok. Pri štvorkosnom spôsobe využívania porastov sa potvrdil postupný pokles produkčnej schopnosti od prvej k štvrtej kosbe. Rovnomerná aplikácia dusíka ku kosbám zvýšila produkciu porastov, ale trend poklesu sa zachoval. Stručne sa diskutuje o mechanizme pôsobenia dusíka v produkčnom procese kostravy trstovitej. Možnou príčinou pomalšieho vývinu porastu odrody Lekora v roku výsevu je zrejme intenzívny transport asimilátov do koreňovej sústavy.

kostrava trstovitá: odrody Lekora, Blanca; produkcia; dusíkaté hnojenie; miešanka; ďatelina plazivá; kosby

---

V lúkárskom výskume, ako aj v krmovinárskej praxi je dobre známy kladný účinok stupňovaných dávok dusíka na produkciu sušiny trávnych porastov. V predchádzajúcich sledovaniach sme potvrdili, že aplikovaný dusík sa realizuje v produkčnom procese viacerými cestami, pričom zasahuje do aktivity nadzemnej časti porastu (Gáborčík, 1988). Kostrava trstovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) patrí k druhom tráv, ktoré efektívne využívajú dusík, a preto sa aj analýze jeho pôsobenia vo fyziológii úrody venuje v súčasnosti zvýšená pozornosť.

Davidson et al. (1980) potvrdili, že dusík podporuje rast listu, jeho fotosyntézu a taktiež množstvo RuDP-karboxylázy. Taktiež sa zvýšila koncentrácia rozpustných proteínov a chlorofylu. Bolton, Brown (1980) zistili, že pri stupňovanej koncentrácii dusíka v živnom médiu poklesla hodnota kompenzačného bodu pre CO<sub>2</sub>  $\Gamma$  a zväčšila sa hrúbka listu. S koncentráciou organického dusíka v sušine kladne korelovala mezofylová vodivosť  $g_m$ , ako aj rýchlosť fytyosyntézy. Pitcairn, Grace (1982) udávajú, že pri vyššom zásobení rastlín kostravy trstovitej dusíkom sa zvýšila aj transpirácia listu, ako aj rýchlosť rastu listu. Pri

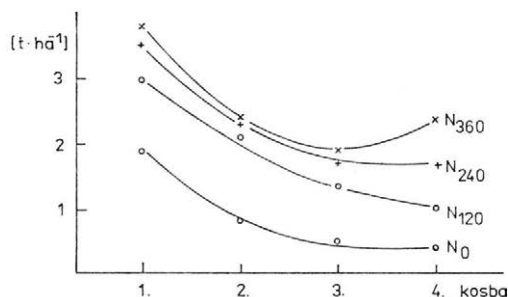
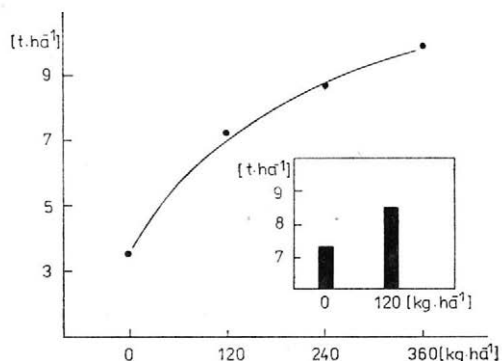
vyššej rýchlosti vetra (prúdení vzduchu) sa počet prieduchov pri nižšej hladine dusíka znížil, pri vyššej hladine dusíka mierne vzrástol. Kladne boli ovplyvnené aj ďalšie rastovo-produkčné ukazovatele. Volenec, Nelson (1983) sledovali pôsobenie dusíka na meristematickej úrovni a zistili, že pri vyššej dispozícii dusíka sa zvýšil počet dospievajúcich buniek za deň, ktoré sa tiež predlžovali o 22 % rýchlejšie v porovnaní s kontrolou. V ďalšej štúdii Volenec, Nelson (1984) opäť potvrdzujú rýchlejší rast listu pri vyššej dávke dusíka a taktiež vyššiu rýchlosť tmavej respirácie. Koncentrácia rozpustných proteínov bola nižšia a rozpustných iruktózanov vyššia pri nižšej dávke dusíka. Vyššia dávka dusíka tiež podporuje rast listu, ako aj intenzitu mitózy listov kostravy trstovitej. Taktiež došlo k predĺženiu zóny delenia buniek (MacAdam et al., 1985). V pokuse s odrodou Lekora sme zistili (Gáborčík, 1985), že vyššie dávky dusíka ovplyvnili dĺžku a šírku listu, počet odnoží, hodnoty LAI i koncentráciu chlorofylu  $a + b$  v listoch. Redukovala sa však hmotnosť koreňa aj rýchlosť transpirácie listových pletív.

Výsledkom uvedených zmien vo fyziologických procesoch je vzrast primárnej produkcie sušiny v podmienkach vzrastajúcich dávok dusíka. Predmetom predloženej práce je analýza stupňovaných dávok dusíka na produkciu odrody Lekora, analyzovaných v horských podmienkach Slovenska.

## MATERIÁL A METÓDA

Pokus bol založený v roku 1982 v horskej oblasti Slovenska (Hozelec, 710 m n.m.) v klimatickej oblasti slabo mierne teplej, mierne vlhkej. Priemerná suma zrážok za vegetáciu dosahuje 410 mm a priemerná teplota 12 °C. V čase založenia pokusu dosahovalo  $pH_{KCl}$  pôdy hodnotu 6,4 až 6,2 (0 až 100 a 100 až 200 mm). Koncentrácia prístupného fosforu v týchto horizontoch bola 39 a 36 mg/kg a prístupného draslíka 142 a 108 mg/kg.

Porast monokultúry kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.), odrody Lekora a jej miešanky s ďatelinou plazivou (*Trifolium repens* L.), odrody Blan-



1. Vplyv stupňovaných dávok dusíka na produkciu sušiny kostravy trstovitej odrody Lekora a na úrodu miešanky odrody Lekora a ďateliny plazivej odrody Blanča — Effect of graduated nitrogen application rates on dry matter production in the Lekora Variety of tall fescue and on the yield of the mixed sward of the Lekora tall fescue and Blanca Dutch clover varieties

2. Produkcia sušiny odrody Lekora v jednotlivých kosbách — Dry matter output in the Lekora variety at different cuts

| Rok  | Kosba     | Dátum  | Počet dní | Zrážky (mm) | Suma teplôt (°C) | Priemerná teplota (°C) |
|------|-----------|--------|-----------|-------------|------------------|------------------------|
| 1983 | 1.        | 17. 5. | 46        | 92,0        | 419,9            | 9,1                    |
|      | 2.        | 22. 6. | 36        | 71,1        | 517,7            | 14,4                   |
|      | 3.        | 28. 7. | 36        | 74,5        | 588,7            | 16,4                   |
|      | 4.        | 26. 9. | 60        | 119,6       | 870,5            | 14,5                   |
|      | $\bar{x}$ | —      | —         | 357,2       | 2396,8           | 13,5                   |
| 1984 | 1.        | 29. 5. | 58        | 143,4       | 454,4            | 7,8                    |
|      | 2.        | 25. 6. | 27        | 43,2        | 331,1            | 12,3                   |
|      | 3.        | 7. 8.  | 43        | 64,8        | 603,1            | 14,0                   |
|      | 4.        | 20. 9. | 44        | 62,9        | 581,8            | 13,2                   |
|      | $\bar{x}$ | —      | —         | 314,3       | 1970,4           | 11,5                   |
| 1985 | 1.        | 27. 5. | 56        | 140,1       | 474,9            | 8,5                    |
|      | 2.        | 26. 6. | 30        | 126,6       | 363,7            | 12,1                   |
|      | 3.        | 2. 8.  | 37        | 75,0        | 554,5            | 15,0                   |
|      | 4.        | 23. 9. | 52        | 134,3       | 717,9            | 13,8                   |
|      | $\bar{x}$ | —      | —         | 476,0       | 2111,0           | 12,1                   |
| 1986 | 1.        | 27. 5. | 56        | 71,3        | 563,2            | 10,1                   |
|      | 2.        | 26. 6. | 30        | 94,1        | 410,8            | 13,7                   |
|      | 3.        | 1. 8.  | 36        | 39,5        | 539,6            | 15,0                   |
|      | 4.        | —      | —         | —           | —                | —                      |
|      | $\bar{x}$ | —      | —         | 204,9       | 1513,6           | 12,4                   |

ca boli vysiate bez krycej plodiny, pričom výsevok odrody Lekora v monokultúre bol 39,6 kg/ha, v miešanke 23,8 kg/ha. Výsevok odrody Blanca bol 8,9 kg/ha. V roku výsevu sme uskutočnili dve odburiňovacie kosby a vlastné sledovanie produkčnej schopnosti jednotlivých typov porastov sa začalo v roku 1983.

Porasty Lekora boli ročne hnojené dávkami dusíka 0; 120; 240 a 360 kg/ha, ktoré boli rovnomerne rozdelené k štyrom kosbám pri hladine PK-výživy 35 a 66 kg/ha. Tá istá úroveň PK-hnojenia bola použitá aj pri ďatelinotrávnej miešanke, ktorá bola hnojená dávkou dusíka 120 kg/ha v porovnaní s kontrolou bez aplikácie dusíka. Podrobnejšie údaje o termínoch kosieb, zrážkach a teplotách vzduchu v jednotlivých rastových obdobiach sledovaných rokov obsahuje tab. I.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

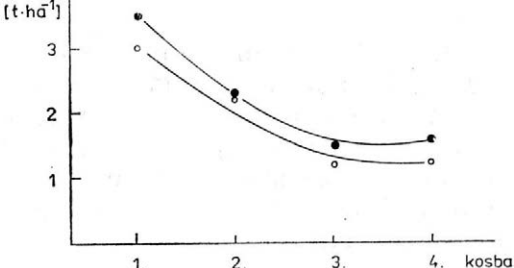
Produkcia sušiny odrody Lekora kolísala v pomerne širokom rozpätí, pričom bola závislá jednak od úrovne dusíkatého hnojenia, ale značne sa menila aj v jednotlivých úžitkových rokoch (tab. II). Priemerná celková ročná produkcia sušiny odrody Lekora v podmienkach bez aplikácie dusíka dosahovala 3,534 t/ha a pri sledovaných dávkach dusíka sa postupne zvýšila o 2,00; 2,47 a 2,79krát (obr. 1). V priebehu vegetácie



| Odroda               | N<br>(kg .ha <sup>-1</sup> .<br>.rok <sup>-1</sup> ) | Rok  | Kosba |       |       |       | Spolu  |
|----------------------|------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                      |                                                      |      | 1.    | 2.    | 3.    | 4.    |        |
| Lekora               | 0                                                    | 1983 | 3,296 | 0,988 | 0,653 | 0,353 | 5,289  |
|                      |                                                      | 1984 | 0,810 | 0,650 | 0,178 | 0,088 | 1,726  |
|                      |                                                      | 1985 | 0,934 | 0,824 | 0,771 | 0,868 | 3,397  |
|                      |                                                      | 1986 | 2,405 | 0,871 | 0,447 | —     | 3,723  |
| Lekora               | 120                                                  | 1983 | 4,420 | 2,107 | 1,155 | 0,798 | 8,480  |
|                      |                                                      | 1984 | 2,383 | 2,131 | 1,425 | 0,605 | 6,544  |
|                      |                                                      | 1985 | 1,830 | 2,226 | 1,325 | 1,744 | 7,125  |
|                      |                                                      | 1986 | 3,221 | 2,083 | 1,152 | —     | 6,456  |
| Lekora               | 240                                                  | 1983 | 4,704 | 2,134 | 1,404 | 1,364 | 9,606  |
|                      |                                                      | 1984 | 2,844 | 2,044 | 1,634 | 0,973 | 7,495  |
|                      |                                                      | 1985 | 2,725 | 2,597 | 2,398 | 2,806 | 10,526 |
|                      |                                                      | 1986 | 3,775 | 2,286 | 1,229 | —     | 7,290  |
| Lekora               | 360                                                  | 1983 | 4,802 | 2,175 | 1,457 | 1,669 | 10,103 |
|                      |                                                      | 1984 | 3,042 | 2,165 | 1,870 | 1,563 | 8,640  |
|                      |                                                      | 1985 | 2,857 | 2,520 | 2,872 | 3,781 | 12,030 |
|                      |                                                      | 1986 | 4,644 | 2,695 | 1,355 | —     | 8,694  |
| Lekora +<br>+ Blanca | 0                                                    | 1983 | 4,316 | 2,196 | 1,037 | 0,442 | 7,991  |
|                      |                                                      | 1984 | 1,720 | 1,560 | 1,060 | 0,517 | 4,857  |
|                      |                                                      | 1985 | 2,057 | 1,900 | 1,882 | 2,786 | 8,625  |
|                      |                                                      | 1986 | 3,868 | 3,010 | 0,759 | —     | 7,637  |
| Lekora +<br>+ Blanca | 120                                                  | 1983 | 4,907 | 2,333 | 1,359 | 0,778 | 9,377  |
|                      |                                                      | 1984 | 2,157 | 1,701 | 1,398 | 0,939 | 6,195  |
|                      |                                                      | 1985 | 2,412 | 2,199 | 2,331 | 3,141 | 10,083 |
|                      |                                                      | 1986 | 4,354 | 3,071 | 1,064 | —     | 8,489  |

sa produkčná schopnosť porastov postupne znižovala, a to aj napriek tomu, že dusík sa aplikoval rovnomerne ku každej kosbe (obr. 2), hoci produkcia variantov s aplikovaným dusíkom bola pochopiteľne vždy vyššia. K obdobným výsledkom sme dospeli aj pri sledovaní produktivity tejto odrody v podhorskej oblasti Slovenska (G á b o r č í k, K r a j č o - v i č, 1989). Aj tu sa v priemere štyroch rokov dosahovala maximálna produkcia v prvej kosbe. Produkcia sušiny v druhej a tretej kosbe bola síce nižšia než v prvej kosbe, ale vzájomné rozdiely neboli také veľké ako v tomto pokuse. Najnižšiu produkciu sme zaznamenali v štvrtjej kosbe. Pri päťkosnom spôsobe využitia porastov sa produkcia rovnomernejšie rozdeľuje medzi prvú a druhú, ako aj tretiu a štvrtú kosbu s tým,

3. Produkcia sušiny miešanky odrody Lekora s ďatelinou plazivou odrody Blanca v jednotlivých kosbách — Dry matter output in the mixed sward of the Lekora tall fescue variety and the Blanca variety of Dutch clover at different cuts



že produkcia sušiny v piatej kosbe bola relatívne vyššia než v štvrtej kosbe štvorkosného režimu využitia porastov.

Produkcia sušiny porastov kostravy trstovitej kolísala aj v jednotlivých rokoch využitia (tab. II). Bez ohľadu na úroveň dusíkatého hnojenia sa najvyššia produkcia zaznamenala v prvom a treťom úžitkovom roku. Depresiu produkčnej schopnosti porastov sme zaznamenali v druhom a štvrtom roku využívania a tieto rozdiely sa potvrdili bez ohľadu na úroveň dusíkatej výživy. Aj v inom pokuse s odrodou Lekora kostravy trstovitej (Gáborčík, Krajčovič, 1989) sme najvyššiu produkciu potvrdil v druhom úžitkovom roku, a hoci v ďalších rokoch poklesla, rozdiel v posledných dvoch rokoch využitia nebol taký výrazný ako v tomto pokuse. Nakoľko v roku 1986 sa už porasty v štvrtej kosbe nevyužívali v dôsledku dlhotrvajúceho sucha, aj celková ročná produkcia sušiny poklesla.

Dynamika produkcie sušiny miešaniek ďateliny plazivej s kostravou trstovitou je v rámci rokov (tab. II), ako aj v jednotlivých kosbách (obr. 3) totožná s dynamikou monokultúry Lekora. Pri porovnaní miešanky bez aplikovaného dusíka a s dávkou dusíka 120 kg/ha pri odrode Lekora je zrejماً ekvivalentnosť oboch typov porastov. K podobnému záveru dospejeme aj pri porovnaní dávky dusíka 120 kg/ha pri sledovanej ďatelinotrávnej miešanke s dávkou dusíka 240 kg/ha pri odrode Lekora. Z porovnania oboch typov porastov vyplýva, že miešanka odrôd Lekora a Blanca sa rovná ročnej aplikácii dusíka na úrovni 120 kg/ha, čo sa potvrdilo aj pri sledovaní miešanky tejto odrody ďateliny plazivej s reznáčkou laločnatou (*Dactylis glomerata* L.) v inom pokuse (Kašper, Gáborčík, 1987). Uvedené množstvo fixovaného dusíka korešponduje s údajmi iných autorov (Frame a Newbould, 1986) udávajúcich rozpätie za rok od 50 do 350 kg/ha.

Vyššia produkcia sušiny odrody Lekora pri stupňovaných dávkach dusíka je výsledkom jeho pôsobenia na jednotlivé fyziologické procesy a zmeny morfológických znakov. Bolton, Brown (1980) potvrdili zvýšenie rýchlosti fytyosyntézy pri vyššej koncentrácii organického dusíka v pletivách kostravy trstovitej. V našich sledovaniach (Gáborčík, 1985) sme zase potvrdili pokles intenzity transpirácie odrody Lekora pri vyššej dispozícii dusíka v prostredí, čo môže viesť k efektívnejšiemu využitiu vody *WUE*. Zároveň došlo aj k zväčšeniu plochy listu, počtu odnoží, čím sa zvýšila aj hodnota indexu listovej pokrývnosti *LAI*, s ktorými produkcia sušiny tohto druhu úzko koreluje. Taktiež sa zvýšila koncentrácia a akumulácia chlorofylu *a + b*. Na druhej strane pokles hmotnosti koreňového systému pri vyšších dávkach dusíka signalizuje na zmeny v distribúcii asimilátov medzi nadzemnou a podzemnou časťou rastlín. K tomuto záveru sme dospeli aj pri sledovaní koreňového systému porastov uvedených aj v tomto pokuse (Gáborčík et al., 1989).

Kladnú reakciu odrody Lekora na aplikovaný dusík udáva aj Š a n t a (1987). Primárna produkcia sa zvyšovala až do dávky dusíka 300 kg/ha a mierne poklesla pri najvyššej dávke dusíka 450 kg/ha. Nelson, Z a r r o u g h (1981) potvrdili, že pri vyšších dávkach dusíka je vzrast produkcie kostravy trstovitej dopadom vyššieho počtu odnoží na rastline a pri jeho ďalšom zvyšovaní je vyššia produktivita už odrazom vyššej hmotnosti odnoží.

Zvýšenie produkcie sušiny kostravy trstovitej pri vzrastajúcich dávkach dusíka je závislé aj od jej genotypu — pôvodu. C a s a n o v a (1980) udáva diferencovanú reakciu ekotypov kostravy trstovitej na aplikovaný dusík a T a l a m u c c i (1974) zasa rôznych odrôd tohto druhu. Najcitlivejšie reagovala odroda Manade a najmenej odroda Gazelle. Genotypovú variabilitu kostravy trstovitej a stupňované dávky dusíka by bolo možné využiť aj v jej šľachtení na efektívnejšie využitie pôdneho, či aplikovaného dusíka. V roku výsevu kostravy trstovitej vznikajú často obavy zo zapájania sa porastu a jeho produktivity, nakoľko vývin rastlín je pomerne pomalý. Túto skutočnosť môžeme vysvetliť tým, že u mladých rastlín odrody Lekora sa podstatná časť sušiny (asimilátov) transportuje do koreňa. Jeho hmotnosť predstavuje 32 až 46 % z celkovej hmotnosti rastliny (G á b o r č í k, 1985; 1986b, c). Na druhej strane v porovnaní s inými dvomi druhmi tráv mala kostrava trstovitá najvyššiu koncentráciu rozpustných cukrov v nadzemnej časti, ale aj v koreni, čo môže byť ďalším momentom pre vývin porastov. Ukazuje sa, že v počiatočnom období vývinu odrody Lekora je jej rast v porovnaní s uvedenými druhmi pomalší a vytvorené asimiláty sa akumulujú v pletivách rastlín ako určitá rezerva pre ďalší rast (G á b o r č í k, 1986c). Deficit zrážok v roku založenia pokusu bol až 35 %, čo taktiež negatívne ovplyvnilo zapojenie sa porastu. Deficit vody znižuje nielen veľkosť LAI o 55 % a NAR o 28 %, ale aj ďalšie rastovo-produkčné ukazovatele, vrátane rýchlosti rastu listu, ktorá poklesla na úroveň 56 % voči kontrole (G á b o r č í k, 1986a).

Zo získaných údajov je zrejmé, že kostrava trstovitá patrí aj v horských oblastiach k produkčným druhom tráv s dobrou zimovzdornosťou a vytrvalosťou. Ďateľina plazivá sa ukázala ako vhodný komponent miešanky s kostravou trstovitou, ktorý zvyšuje primárnu produkciu sušiny. Ako fixátor vzdušného dusíka môže prispieť k zefektívneniu pestovania trávnych porastov na ornej pôde a tiež k ochrane životného prostredia.

## Literatúra

- BOLTON, J. K. — BROWN, R. H.: Photosynthesis of grass species differing in carbon dioxide fixation pathways. V. Response of *Panicum maximum*, *Panicum milioides*, and tall fescue (*Festuca arundinacea*) to nitrogen nutrition. Pl. Physiol., 66, 1980, s. 97-100.
- CASANOVA, P.: Confronto fra ecopipi di *Festuca arundinacea* Schreb. reperti nell'Appennino settentrionale. Riv. Agron., 14, 1980, š. 1-2, s. 86-91.
- DAVIDSON, D. J. — NELSON, C. J. — RANDALL, D. D.: Agron. Abstr. ASA, Wisconsin, 1980, s. 78.
- FRAME, J. — NEWBOLD, P.: Agronomy of white clover. Adv. Agron., 40, 1986, s. 1-88.
- GÁBORČÍK, N.: Zmeny vybraných fyziologicko-morfologických charakteristík kostravy trstovitej cv. Lekora pestovanej v rôznych podmienkach dusíkatej výživy. Poľnohospodárstvo, 31, 1985, s. 11, s. 986-995.

- GÁBORČÍK, N.: Genetická variabilita mladých rastlín kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) na deficit vody. Rostl. Výr., 32, 1986a, č. 7, s. 701-713.
- GÁBORČÍK, N.: Charakteristika mladých rastlín niektorých druhov a kultivarov tráv. I. Morfológicko-fyziologické ukazovatele. Poľnohospodárstvo, 32, 1986b, č. 7, s. 593-602.
- GÁBORČÍK, N.: Charakteristika mladých rastlín niektorých druhov a kultivarov tráv. II. Koncentrácia minerálnych živín a rozpustných cukrov v asimilačných pleťvách a koreni. Poľnohospodárstvo, 32, 1986c, č. 8, s. 695-703.
- GÁBORČÍK, N.: Fyziológia úrody antropogénne ovplyvneného poloprirodzeného trávneho porastu. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 2, s. 125-133.
- GÁBORČÍK, N. — KRAJČOVIČ, V.: Porovnanie produkčnej schopnosti a efektívnosti využitia fotosynteticky aktívnej radiácie odrodami Lekora a Ludion kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). In: Ved. Práce VCPÚ — Úst. Lúk Pasien. B. Bystrica, 1989, č. 20 (v tlači).
- GÁBORČÍK, N. — KAŠPER, J. — ONDRÁŠEK, L.: Produkcia a distribúcia sušiny rôznych typov porastov odrody Lekora kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). In: Ved. Práce VCPÚ — Úst. Lúk Pasien. B. Bystrica, 1989, č. 20 (v tlači).
- KAŠPER, J. — GÁBORČÍK, N.: Vplyv dateľiny plazivej na výšku úrod a kvalitu krmu dateľinotrávných porastov. In: Intenzívne trávne porasty na ornej pôde. In: Zbor. DT ČSVTS, B. Bystrica, 1987, s. 109-116.
- MAC ADAM, J. W. — VOLENEC, J. J. — NELSON, C. J.: Effect of nitrogen on cellular dynamics of grass leaf meristems. Pl. Physiol., 77, 1985, č. 4, s. 31.
- NELSON, C. J. — ZARROUGH, K. M.: Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: C. E. WRIGHT (ed.) Plant physiology and herbage production, BGS, 1981, s. 25-29.
- PITCAIRN, C. E. R. — GRACE, J.: The effect of wind and a reduced supply of phosphorus and nitrogen on the growth and water relations of *Festuca arundinacea* Schreb. Ann. Bot., 49, 1982, s. 649-660.
- ŠANTA, M.: Produkčný potenciál nových kultivarov zavlažovaných tráv v podhorských oblastiach. In: Ved. Práce Výsk. Úst. závlah. Hospod., Bratislava, 1986, č. 18, s. 109-118.
- TALAMUCCI, P.: Risposta varietale della *Festuca arundinacea* alla concimazione azotata in pianura ed in montagna. Sem. Elette, 1974, č. 3, s. 3-23.
- VOLENEC, J. J. — NELSON, C. J.: Response of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. Crop Sci., 23, 1983, s. 720-724.
- VOLENEC, J. J. — NELSON, C. J.: Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall fescue. II. Relationship to leaf elongation rates modified by nitrogen fertilization. Pl. Physiol., 74, 1984, s. 595-600.

Došlo dňa 25. 4. 1988

КАШПЕР, Я. — ГАБОРЧИК, Н. (Научно-исследовательский центр почвенного плодородия — Институт лугов и пастбищ, Банска Бистрица): Образование биомассы овсяницы тростниковидной (*Festuca arundinacea* Schreb.) в зависимости от различного питания азотом. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 665-672.

В горной области Восточной Словакии (Гозелец 710 м над уровнем моря) изучали продуктивную способность овсяницы тростниковидной (*Festuca arundinacea* Schreb.) сорта Lekora в монокультуре и в смеси с клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) сорта Blanca. В условиях без применения азота сорт Lekora давал среднюю годовую продукцию сухого вещества 3,534 т/га, эта продукция увеличилась на 2,02; 2,47 и 2,79 кратное количество при дозе азота 120; 240 и 360 кг/га. Мешанка обоих видов с сортом Blanca без применения азота и при применении дозы азота 120 кг/га достигала продукции сухого вещества 7,278 и 8,536 т/га, этим самым она отвечала монокультуре сорта Lekora при применении дозы азота 120, т.е. 240 кг/га. Введение сорта Blanca в насаждение овсяницы тростниковидной таким образом было эквивалентным дозе азота 120 кг/га за 1 год. В случае четырехукосного способа использования травостоев было доказано постепенное понижение продуктивной способности от первого к четвертому укос. Равномерное применение азота к укосам увеличило продукцию травостоев, но тренд понижения сохранился. Кратко обсуждается механизм действия в продуктивном процессе овсяницы тростниковидной. Возможной причиной более медленного развития травостоя сорта Lekora в год посева наверное интенсивное передвижение ассимилятов в корневую систему.

овсяница тростниковидная; сорта Lekora и Blanca; продукция; азотное удобрение; мешанка; клевер ползучий; укосы

KAŠPER, J. — GÁBORČÍK, N. (Soil Fertility Research Centre — Grassland Research Institute, Banská Bystrica): *Biomass Production in Tall Fescue (Festuca arundinacea Schreb.) at Different Nitrogen Fertilization Rates*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 665-672.

The productivity of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.), Lekora variety, was studied in a mountain area of East Slovakia (Hozelec 710 m a.s.l.). The fescue was grown as monoculture and as a mixed sward with Dutch clover (*Trifolium repens* L.), Blanca variety. Grown without nitrogen fertilization, the Lekora tall fescue variety produced 3534 tonnes of dry matter per ha/annum. Its dry matter production increased 2.02-fold, 2.47-fold and 2.79-fold at nitrogen application rates of 120, 240 and 360 kg per ha, respectively. The mixed sward of the Lekora tall fescue and Blanca Dutch clover varieties produced 7.278 tonnes of dry matter per ha without nitrogen fertilization and 8.536 tonnes per ha after the application of 120 kg nitrogen per ha. Hence, these two treatments of the mixed sward matched the pure crop of Lekora tall fescue fertilized with 120 and 240 kg nitrogen per ha. This in fact means that the inclusion of the Blanca variety of Dutch clover has the same yield effect as a yearly fertilization rate of 120 kg per ha. In a four-cut system of the exploitation of the crop, productivity was observed to decline from the first to the fourth cut. Regular fertilization for each cut increased the output of herbage but the yield-decline trend was not averted. There is a brief discussion on the mechanism of the action of nitrogen in the production process of tall fescue. The slower development of the stand of the Lekora variety in the sowing year may be due to intensive transport of assimilates into the roots.

tall fescue, Lekora variety; Dutch clover, Blanca variety; production; nitrogen fertilization; mixed stand; cuts

KAŠPER, J. — GÁBORČÍK, N. (Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit, Institut für Wiesen und Weiden, Banská Bystrica): *Bildung der Biomasse des Rohrschwingels (Festuca arundinacea Schreb.) in Abhängigkeit von der N-Düngung*. Rostl. Výr., 35, 1989 (6) : 665-672.

In einem Gebirgsgebiet in der Ostslowakei (Hozelec 710 m über NN) untersuchten wir das Produktionsvermögen der Rohrschwingelsorte Lekora in Monokultur als auch im Gemenge mit der Weisskleesorte Blanca (*Trifolium repens* L.). Die Sorte Lekora erreichte ohne jede N-Applikation eine durchschnittliche Jahrestrocken-substanzproduktion von 3,534 t/ha und stieg 2,02; 2,46 und 2,79 mal bei einer N-Gabe von 120, bzw. 240, bzw. 360 kg/ha an. Das Gemenge der beiden Arten mit der Sorte Blanca ohne jede N-Applikation und bei einer N-Gabe von 120 kg/ha erreichte eine Trockensubstanzproduktion von 7,278 und 8,536 t/ha, wodurch es der Monokultur der Sorte Lekora bei einer N-Gabe von 120 bzw. von 240 kg/ha gleichkommt. Die Eingliederung der Sorte Blanca in den Rohrschwingelbestand entsprach einer N-Gabe von 120 kg/ha/Jahr. Bei einer Vierschnitternte der Bestände bestätigte sich ein systematischer Abfall des Produktionsvermögens vom ersten zum vierten Schnitt. Eine ausgeglichene N-Applikation zu einzelnen Schnitten steigerte die Bestandsproduktion, die Abfalltendenz blieb unverändert. Es wird kurz über den Wirkungsmechanismus des Stickstoffs im Produktionsprozess des Rohrschwingels diskutiert. Die verzögerte Entwicklung des Bestandes der Sorte Lekora im Aussaat-jahr ist wahrscheinlich auf einen intensiven Transport von Assimilaten ins Wurzelsystem zurückzuführen.

Rohrschwingel; Sorten Lekora, Blanca; Produktion; N-Düngung; Gemenge; Weissklee; Schnitte

---

Adresa autorov:

Ing. Ján Kašper, CSc., Ing. Norbert Gáborčík, CSc., Výskumné centrum pôdnej úrodnosti — Ústav lúk a pasienkov, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica

---



|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Мича Б., Вокал Б.: Влияние кальция и калия на содержание и урожай крахмала промышленного картофеля . . . . .                                                     | 617 |
| Матула Й.: Поступление макрокатионов и их взаимодействие при различном представлении в питательном растворе . . . . .                                            | 626 |
| Розсыпал Р., Байер Я.: Влияние долгосрочного дифференцированного удобрения на содержание калия в почве . . . . .                                                 | 637 |
| Валеш Я., Стрнад П.: Баланс поступления и потребления питательных веществ в полевой экосистеме на деградированном черноземе . . . . .                            | 645 |
| Пеликан М.: Вынос питательных веществ по отношению к качеству озимой пшеницы . . . . .                                                                           | 654 |
| Востал Й., Ванек В., Балик Й., Гуса Й.: Влияние срока применения мочевины на урожай пшеницы озимой . . . . .                                                     | 663 |
| Кашпер Я., Габорчик Н.: Образование биомассы овсяницы тростниковидной ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) в зависимости от различного питания азотом . . . . . | 671 |

## CONTENTS - Plant Nutrition

|                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Skala J., Křišťan F.: Potassium and Magnesium in a Long-Term Trial on Grey-Brown Podzolic Soil . . . . .                                            | 572 |
| Chochola J.: Effect of Potassium on Sugar Beet Yield and Quality. . . . .                                                                           | 583 |
| Smetánková M., Haberle J.: Relationship between Potassium Nutrition and the Response of Barley to a Low Supply of Water . . . . .                   | 593 |
| Vopěnka L.: Detailed Determination of Potassium Fertilization from Data on Non-exchangeable Potassium in Soil . . . . .                             | 601 |
| Baier J., Baierová V.: Magnesium Content in the Above-Ground Biomass of Cereals . . . . .                                                           | 610 |
| Míča B., Vokál B.: Effect of Calcium and Potassium on Starch Content and Yield in Industrial Potatoes . . . . .                                     | 617 |
| Matula J.: Macrocatations Present at Different Ratios in the Medium: their Uptake and Interactions . . . . .                                        | 626 |
| Rozsypal R., Baier J.: Effect of Long-Term Differentiated Fertilization on Potassium Content in Soil . . . . .                                      | 637 |
| Valeš J., Strnad P.: Balance of Nutrient Input and Output in a Field Ecosystem on Degraded Chernozem . . . . .                                      | 646 |
| Pelikán M.: Nutrient Uptake in relation to the Quality of Winter Wheat . . . . .                                                                    | 654 |
| Vostal J., Vaněk V., Balík J., Husa J.: Effect of Urea Application Time on the Yields of Winter Wheat . . . . .                                     | 663 |
| Kašper J., Gáborčík N.: Biomass Production in Tall Fescue ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) at Different Nitrogen Fertilization Rates . . . . . | 672 |

## INHALT — Pflanzenernährung

|                                                                                                                                               |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Skala J., Křišťan F.: Kalium und Magnesium im langfristigen Versuch auf Braunerde . . . . .                                                   | 573     |
| Chochola J.: Einfluss des Kaliums auf den Ertrag und die Qualität der Zuckerrübe . . . . .                                                    | 584     |
| Smetánková M., Haberle J.: Beziehung zwischen der K-Düngung und der Reaktion der Gerste auf ungünstige Wasserversorgungsbedingungen . . . . . | 594     |
| Vopěnka L.: Präzisierung der K-Düngung entsprechend der Charakteristik des nichtaustauschbaren Kaliums im Boden . . . . .                     | 602     |
| Baier J., Baierová V.: Mg-Gehalt der oberirdischen Getreidepflanzenbiomasse . . . . .                                                         | (E) 610 |
| Míča B., Vokál B.: Einfluss von und Ca und K auf den Stärkeertrag und -gehalt bei Industriekartoffeln . . . . .                               | 617     |



|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Matula J.: Aufnahme von Makrokationen und ihre Wechselwirkung bei unterschiedlicher Vertretung in der Nährlösung . . . . .                        | 627 |
| Rozsypal R., Baier J.: Einfluss einer langfristigen differenzierten Düngung auf den K-Gehalt im Boden . . . . .                                   | 637 |
| Valeš J., Strnad P.: Bilanz der Nährstoffzufuhr und des Nährstoffentzuges im Feldökosystem auf degradiertem Schwarzerde . . . . .                 | 646 |
| Pelikán M.: Nährstoffentzug in Beziehung zur Winterweizenqualität . . . . .                                                                       | 654 |
| Vostal J., Vaněk V., Balík J., Husa J.: Einfluss des Applikationstermins für Harnstoff auf den Winterweizenenertrag . . . . .                     | 663 |
| Kašper J., Gáborčík N.: Bildung der Biomasse des Rohrschwingels ( <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) in Abhängigkeit von der N-Düngung . . . . . | 672 |

Rukopisy odevzdány k tisku 6. 2. 1989, podepsáno k tisku 6. 5. 1989

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA • Vydává Československá akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství • Vychází měsíčně • Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná • Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541 • Vytiskl MÍR, Novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2 • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1989  
Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, ACT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, administrace vývozu tisku, Kovpalkova 26, 160 00 Praha 6.