

VĚDECKÝ ČASOPIS

ODBORNÁ KNIHOVNA  
ministerstva zemědělství  
Č. R.  
PRAHA 1 - TĚŠNOV č. 65



# ROSTLINNÁ VÝROBA

8

ROČNÍK 36 (LXIII)  
PRAHA  
SRPEN 1990  
CENA 22 Kčs  
ROVYAM 36 (8)  
785 - 896  
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, DrSc., RNDr. Vladimír Škrdleta, CSc., prof. ing. Ján Svihra, DrSc., doc. ing. Josef Vondrys, CSc., ing. Jaroslav Voškeruša, CSc., doc. ing. František Vrkoč, DrSc., ing. Ludmila Zeniščeva, DrSc.

Vedoucí redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

## OBSAH

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mouchová H., Klír J., Benešová J.: Vyplavování dusíku z půdních lyzimetrů po podzimní a jarní aplikaci dusíkatého hnojiva k ozimé pšenici . . . . .     | 785 |
| Honza J., Minář J.: Volatilizace amoniaku po aplikaci dusíkatých hnojiv a možnosti jejího snížení přidávkou hexaamidocyklotrifosfázu (HACTP) . . . . .  | 791 |
| Zehnálek J., Minář J., Honza J.: Omezení ztrát dusíku volatilizací z DAM 390 přidávkou hexaamidocyklotrifosfázu (HACTP) . . . . .                       | 797 |
| Voplakal K.: Dlouholetý vývoj fosforečného režimu hnědozemní půdy při různých způsobech hnojení . . . . .                                               | 805 |
| Damaška J., Kaštil J.: Bilance minerálních živin v okrese Ústí nad Orlicí . . . . .                                                                     | 811 |
| Králová M., Cerhanová D., Rovenská B.: Vliv amonné a nitratové výživy na změny velikosti ploch xylému a floému cévního svazku u jarní pšenice . . . . . | 819 |
| Marko F., Hanobík A.: Vplyv agrotechnických opatrení na úrodu ozimnej pšenice . . . . .                                                                 | 827 |
| Smoleček J., Kloudová A.: Citlivost genových zdrojů fertility klasu pšenice na kyselinu gibberelovou . . . . .                                          | 833 |
| Křen J.: Autoregulace a zákonitosti populační biologie rostlin v porostu pšenice . . . . .                                                              | 839 |
| Komprda T., Smejkal M., Nedbálková B.: Produkční energie vybraných odrůd ovesa sklizených v různé vegetační fázi . . . . .                              | 847 |
| Lahký J.: Vplyv hnojenia, lokality a ročníka na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov . . . . .                                                       | 857 |
| Nedělník J.: Obsah aminokyselin v rostlinách jetele lučního po selekci na rezistenci vůči <i>Fusarium</i> spp. . . . .                                  | 865 |
| Pristaš J.: Vplyv niektorých agrotechnických opatrení na úrody lucerny . . . . .                                                                        | 873 |
| Krajčovič V.: Hodnotenie a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov v Karpatskej oblasti . . . . .                                                   | 881 |
| Jamříška P.: Účinek organizácie porastu na úrodu láskavca ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) . . . . .                                             | 889 |

## RECENZE

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Habovštiak J.: A. Petersen, W. Petersen, G. Wacker: Die Sauergräser - Schlüssel zu Ihrer Bestimmung im blütenlosen Zustand . . . . . | 846 |
| Dančík J.: A. A. Hanson: Alfalfa and alfalfa improvement . . . . .                                                                   | 872 |
| Míka V.: B. Cagaš, J. Macháč, P. Šrámek, J. Folta, V. Tvrz.: Semenářství trav . . . . .                                              | 880 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mouchová H., Klír J., Benešová J.: Nitrogen leaching the soil lysimeters after autumn and spring nitrogen application to winter wheat . . . . .                                        | 789 |
| Honza J., Minář J.: Ammonia volatilization after the application of nitrogen fertilizers and the possibilities to reduce by addition of hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP) . . . . . | 795 |
| Zehnálek J., Minář J., Honza J.: Adding hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP) to the DAM 390 liquid fertilizer to reduce nitrogen losses through volatilization . . . . .               | 804 |

# VYPLAVOVÁNÍ DUSÍKU Z PŮDNÍCH LYZIMETRŮ PO PODZIMNÍ A JARNÍ APLIKACI DUSÍKATÉHO HNOJIVA K OZIMÉ PŠENICI

H. Mouchová, J. Klír, J. Benešová

MOUCHOVÁ, H. — KLÍR, J. — BENEŠOVÁ, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha — Ruzyně): *Vyplavování dusíku z půdních lyzimetrů po podzimní a jarní aplikaci dusíkatého hnojiva k ozimé pšenici*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 785 — 790.

V letech 1985 až 1988 bylo v lyzimetrických pokusech v Praze — Ruzyni sledováno vyplavování minerálního dusíku pod porostem ozimé pšenice v závislosti na přirozených srážkách. Lyzimetry s plochou 527 cm<sup>2</sup> byly každoročně na podzim plněny 30cm vrstvou ornice z hnědozemě na spraši a půda hnojena na podzim dávkami dusíku 120 kg.ha<sup>-1</sup> v hnojivu DAM jednorázově a děleně, po 50 kg.ha<sup>-1</sup> v síranu amonném na podzim a v močovíně na jaře. Hnojiva byla aplikována v roztoku. Analýzou minerálního dusíku v lyzimetrických vodách bylo zjištěno, že zhruba do poloviny dubna se z 30 cm vrstvy ornice vyplavilo 46 až 58 % z dávky dusíku 50 kg a 51 až 71 % ze 120 kg.ha<sup>-1</sup>. Podíl dusíku z hnojiva na celkově vyplaveném minerálním dusíku u prvního odběru perkolátu (leden, únor) činil 12 až 24 % u nižší dávky; značnou část tvořily nitráty vzniklé v půdě po naplnění lyzimetrů. U druhého odběru (duben) vzrostl tento podíl dusíku z hnojiva na 29 až 41 % u nižší a 53 až 63 % u vyšší dávky dusíku. Při třetím odběru, v době zralosti ozimé pšenice, byla koncentrace minerálního dusíku v lyzimetrických vodách relativně nízká (do 7 mg.l<sup>-1</sup>), z podzimních dávek se vyplavilo 0,1 až 0,2 % a z jarní aplikace jen stopové množství. V zrnu a slámě ozimé pšenice bylo stanoveno 5 až 13 %, v půdě 13 až 30 % z dávek dusíku aplikovaných na podzim, z dělené jarní dávky dusíku rostlina využila 27 až 37 % a v půdě zůstalo 50 až 54 %.

lyzimetrické pokusy; dusíkatá hnojiva; ozimá pšenice; vyplavování minerálního dusíku; <sup>15</sup>N

Diskutovaným problémem péče o životní prostředí je také zvyšování obsahu nitrátů ve zdrojích pitné vody, které je připisováno hlavně zemědělské výrobě vzhledem k jejímu velkoplošnému působení. Při nadměrném používání dusíkatých hnojiv k jistění výnosu, nesprávném hospodaření na půdě a nevhodné aplikaci dusíkatých hnojiv může při vydatnějších srážkách dojít k vyplavení nitrátů do hlubších vrstev půdy. Současně s nitráty z hnojiv se vyplavuje nitrátový dusík, který vznikl po mineralizaci půdního dusíku. V našich třech lyzimetrických pokusech jsme sledovali vyplavování minerálního dusíku z dodaných hnojiv s <sup>15</sup>N a půdy po dobu vegetace ozimé pšenice.

## MATERIÁL A METODA

Lyzimetrická nádoba měla plochu 527 cm<sup>2</sup>, byla každoročně na podzim zhruba týden před setím plněna 30cm vrstvou ornice (z hnědozemě na spraši) a umístěna tak, aby povrch zeminy v lyzimetru byl na úrovni okolní půdy na podzim (M o u c h o v á et al., 1988). Pod vrstvou zeminy, která byla mechanicky utužena, byla vrstva šterku a filtr ze skelné vaty.

Pokusnou plodinou byla ozimá pšenice (odrůda Regina), hnojena na podzim buď jednorázově dávkou 120 kg N na 1 ha hnojivem odpovídajícím hnojivu DAM 390, nebo v dělených dávkách, 50 kg N v síranu amonném na podzim a 50 kg N v močovíně na jaře. Fosforečné a draselné hnojivo bylo dáno v dávce 45 kg P a 60 kg K na 1 ha. V pokusech byly místo dusíkatých hnojiv použity sloučeniny obohacené izotopem dusíku <sup>15</sup>N a aplikovány ve formě roztoku. Ze značené močoviny a značeného dusičnanu amonného byl připraven roztok odpovídající DAM 390.

Z celkového počtu 14 lyzimetrů byly čtyři lyzimetry kontrolní, bez dodání dusíku, dva s dávkou 120 kg N, u čtyř bylo hnojivo s <sup>15</sup>N zapraveno na podzim a u dalších čtyř bylo hnojivo s <sup>15</sup>N aplikováno na povrch půdy na jaře.

Voda z přirozených srážek, protéká zeminou, natékala do kanystrů (konzervace 2 ml 0,1 % HgCl<sub>2</sub>) a byla odebírána jednou v zimním období po větším tání, před hnojením na jaře a v době sklizně, ve zralosti

| Období | 1985 — 1986 |      | 1986 — 1987 |      | 1987 — 1988 |      |
|--------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| Měsíc  | mm          | °C   | mm          | °C   | mm          | °C   |
| 10.    | 8,0         | 10,1 | 38,1        | 9,2  | 24,9        | 10,6 |
| 11.    | 63,8        | -2,1 | 15,2        | 4,0  | 27,5        | 5,1  |
| 12.    | 24,1        | 2,7  | 47,2        | 0,1  | 39,8        | 2,3  |
| 1.     | 33,3        | -1,2 | 42,0        | -7,3 | 29,4        | 2,8  |
| 2.     | 17,4        | -7,3 | 43,9        | -1,5 | 35,0        | 2,0  |
| 3.     | 23,1        | 2,6  | 15,2        | -2,5 | 29,5        | 2,2  |
| 4.     | 25,7        | 7,9  | 24,2        | 7,5  | 15,6        | 8,7  |
| 5.     | 141,1       | 15,3 | 93,8        | 10,0 | 39,6        | 15,0 |
| 6.     | 31,7        | 16,2 | 104,5       | 14,9 | 87,7        | 15,7 |
| 7.     | 62,5        | 18,0 | 74,3        | 17,6 | 84,2        | 17,9 |

ozimé pšenice. V lyzimetrické vodě byl stanoven obsah amoniakálního a nitrátového dusíku pomocí amoniakové elektrody Radelkis a nitrátové elektrody Crytur. Na izotopickou analýzu byly tyto vzorky připraveny po destilaci s MgO a Devardovou slitinou, vzorky zrna, slámy a zeminy po sklizni pšenice po kjeldahlizaci s katalyzátorem HgO a Se.

Pokusy byly zakládány ve třech letech za sebou (v roce 1985, 1986 a 1987) v areálu VÚRV Praha — Ruzyně, izotopická analýza byla provedena v ÚEB ČSAV v Praze. V průběhu lyzimetrických pokusů bylo zaznamenáno celkové množství srážek za měsíc a měsíční průměrné teploty vzduchu (tab. I).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Při dělení dávky dusíku na podzim a na jaře byly sloučeniny obohacené izotopem použity vždy jen v jednom z termínů a v tom druhém byla aplikována sloučenina s přirozeným obsahem  $^{15}\text{N}$ . Hodnoty podílu dusíků z hnojiva v tab. II a výsledky v tab. III jsou získány pomocí izotopické metody a vztahují se tedy jen k jedné z dělených dávek.

V tab. II jsou uvedeny průměrné údaje o množství a koncentraci minerálního dusíku v proteklé vodě u jednotlivých variant a o podílu dusíku dodaného hnojivem s  $^{15}\text{N}$  na celkovém množství minerálního dusíku, vyplaveného z ornice. Objemy proteklé vody jsou dány množstvím, formou a rozložením srážek a u prvních dvou odběrů i výchozí vlhkostí použité zeminy. U třetího odběru se už projevoval vliv slabšího porostu u kontrolních variant tím, že jsme naměřili větší množství proteklé vody. Koncentrace minerálního dusíku byla nejvyšší u prvních odběrů, u kterých jeho množství bylo značně závislé na době a pozemku, ze kterého byla odebrána ornice k plnění lyzimetrů. Koncentrace minerálního dusíku u těchto odběrů byla v rozmezí od 50 do 160 mg N v 1 l u kontroly, při aplikaci 50 kg N se zvýšila na 80 až 240 mg N a u varianty se 120 kg N na 140 až 270 mg N na 1 l. Ve všech třech pokusech byla u prvních a druhých odběrů koncentrace minerálního dusíku nejnížší u kontroly a nejvyšší u varianty s dávkou 120 kg N. Koncentrace minerálního dusíku u třetích odběrů byla nízká, v dusíkatých variantách od 2 do 7 mg N v 1 l.

Množství dusíku z hnojiva aplikovaného na podzim s  $^{15}\text{N}$  na celkovém množství vyplaveného minerálního dusíku u prvních a druhých odběrů tvořilo 12 až 41 % při dávce 50 kg N a 28 až 63 % ve variantě s dávkou 120 kg N; u jednotlivých odběrů byl



II. Průměrné množství proteklé vody lyzimetry, koncentrace minerálního dusíku ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) a podíl dusíku ze značeného hnojiva v procentech z minerálního dusíku v lyzimetrické vodě jednotlivého odběru – Average amount of water that flowed through the lysimeters, concentration of mineral nitrogen ( $\text{mg per l}$ ) and the proportion of labelled fertilizer nitrogen as percent of the mineral nitrogen contained in lysimetric water at each sampling

| Pokus                                             |                                 | 1                         |       |        | 2                          |        |        | 3                          |       |        |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------|--------|----------------------------|--------|--------|----------------------------|-------|--------|
| Založení a skončení                               |                                 | 1. 10. 1985 – 29. 7. 1986 |       |        | 30. 10. 1986 – 30. 7. 1987 |        |        | 19. 10. 1987 – 15. 7. 1988 |       |        |
| Odběry                                            |                                 | I.                        | II.   | III.   | I.                         | II.    | III.   | I.                         | II.   | III.   |
| Datum                                             |                                 | 2. 1.                     | 1. 4. | 17. 6. | 25. 2.                     | 13. 4. | 30. 7. | 18. 1.                     | 5. 4. | 15. 7. |
| $\Sigma$ srážek za období mm                      |                                 | 96                        | 74    | 259    | 140                        | 42     | 278    | 86                         | 84    | 170    |
| Proteklá voda (ml)                                | dávka N ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) |                           |       |        |                            |        |        |                            |       |        |
|                                                   | K                               | 2430                      | 3115  | 1980   | 5490                       | 2840   | 3190   | 540                        | 5000  | 710    |
|                                                   | 50 + 50 <sup>x</sup>            | 2720                      | 3480  | 1100   | 5280                       | 2335   | 235    | 645                        | 5215  | 220    |
|                                                   | 120                             | 2215                      | 3260  | 1075   | 3950                       | 2060   | 325    | 1420                       | 5805  | 535    |
| Koncentrace minerálního N ( $\text{mgN.l}^{-1}$ ) | K                               | 102                       | 46    | 0,7    | 54                         | 12     | 0,3    | 158                        | 60    | 1,4    |
|                                                   | 50 + 50 <sup>x</sup>            | 107                       | 75    | 2      | 77                         | 25     | 5      | 239                        | 71    | 7      |
|                                                   | 120                             | 137                       | 124   | 3      | 153                        | 48     | 3      | 271                        | 87    | 6      |
| Podíl N (%)                                       | 50 podzim                       | 12                        | 41    | 16     | 24                         | 41     | 30     | 20                         | 29    | 30     |
|                                                   | 50 jaro                         | –                         | –     | 4      | –                          | –      | 2      | –                          | –     | 5      |
|                                                   | 120                             | 28                        | 59    | 36     | 50                         | 63     | 42     | 48                         | 53    | 9      |

<sup>x</sup>) u prvního a druhého odběru jen z dávky 50 kg N na podzim

u vyšší dávky zaznamenán také vyšší podíl dusíku z hnojiva. U třetích odběrů byly tyto hodnoty také relativně vysoké (9 až 42 %), ale vzhledem k nízké koncentraci celkově vyplaveného minerálního dusíku bylo vyplavené množství dusíku z hnojiva malé.

Dusík dodaný s <sup>15</sup>N na jaře byl v minerálním dusíku lyzimetrických vod zastoupen jen z 2 až 5 %, což představuje malé vyplavené množství jak absolutně, vzhledem ke koncentraci, tak i ve srovnání se stejnou dávkou dusíku, aplikovanou už na podzim (16 až 30 %).

V tab. III jsou vyčísleny výsledky o množství dusíku z hnojiva s <sup>15</sup>N stanoveném v lyzimetrické vodě, rostlině a zemině po sklizni pšenice v procentech z dávky dusíku. V závislosti na podmínkách pokusu v daném ročníku bylo z dodaného dusíku na podzim v obou dávkách zhruba do poloviny dubna vyplaveno z orniční vrstvy 49 a 51 % (z 50 a 120 kg N) v prvním, 46 a 58 % v druhém a 58 a 71 % ve třetím pokuse, tzn. minimálně polovina z dávky dusíku dodané na podzim. V dalším období růstu ozimé pšenice se vyplavilo 0 až 0,2 % z dávky dusíku dané varianty. V zrnu a slámě ozimé pšenice bylo stanoveno 8 až 13 % z podzimní a 27 až 37 % z jarní aplikace dělené dávky –

III. Procentuální zastoupení dusíku dodaného s  $^{15}\text{N}$  v lyzimetrické vodě, v zrnu a ve slámě ozimé pšenice a v zemině po sklizni pšenice z jednorázové ( $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a dělené ( $50 + 50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) dávky dusíku – Percent proportions of  $^{15}\text{N}$ -labelled nitrogen out of the single ( $120 \text{ kg per ha}$ ) and divided ( $50 + 50 \text{ kg per ha}$ ) nitrogen application rates, as detected in lysimetric water, in winter wheat grain and straw, and in the soil after wheat harvest

| Pokus                   |                 |                  | 1 (1985 – 1986) |       |        | 2 (1986 – 1987) |        |        | 3 (1987 – 1988) |       |        |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|-------|--------|
| Aplikace a dávka N      |                 | Odběry           | I.              | II.   | III.   | I.              | II.    | III.   | I.              | II.   | III.   |
|                         |                 |                  | 2. 1.           | 1. 4. | 17. 6. | 25. 2.          | 13. 4. | 30. 7. | 18. 1.          | 5. 4. | 15. 7. |
| Vyplavení minerálního N | dělená po 50 kg | z dávky podzimní | 14              | 35    | 0,1    | 37              | 9      | 0,1    | 15              | 43    | 0,2    |
|                         |                 | jarní            | –               | –     | s      | –               | –      | s      | –               | –     | s      |
|                         | jedno-rázová    | 120 kg podzim    | 13              | 38    | 0,2    | 48              | 10     | 0,1    | 29              | 42    | s      |
| Odčerpání rostlinou     | dělená po 50 kg | z dávky podzimní |                 |       | 10     |                 |        | 13     |                 |       | 8      |
|                         |                 | jarní            |                 |       | 37     |                 |        | 27     |                 |       | 27     |
|                         | jedno-rázová    | 120 kg podzim    |                 |       | 12     |                 |        | 11     |                 |       | 5      |
| Zbytek v zemině         | dělená po 50 kg | z dávky podzimní |                 |       | 26     |                 |        | 19     |                 |       | 14     |
|                         |                 | jarní            |                 |       | 51     |                 |        | 54     |                 |       | 50     |
|                         | jedno-rázová    | 120 kg podzim    |                 |       | 30     |                 |        | 23     |                 |       | 13     |

v jednotlivých letech od 35 do 47 % z celé dávky  $100 \text{ kg N}$  – a jen 5 až 12 % z jednorázové dávky  $120 \text{ kg N}$  na podzim.

Pokud bychom uvažovali hodnotu množství dusíku z hnojiva s  $^{15}\text{N}$  z podzimního hnojení, které zbylo v době jarního hnojení v půdě a rostlině za 100 %, pak rostlina do doby sklizně odčerpala již jen 17 až 25 % z tohoto množství bez ohledu na dávku dusíku a z jarní aplikace pak už uvedených 27 až 37 %.

V zemině po sklizni pšenice zůstalo 13 až 30 % z obou podzimních dávek a 50 až 54 % z jarní aplikované dávky. Při sumarizaci průměrných hodnot množství dusíku z hnojiva vyplaveného, odčerpaného rostlinou a obsaženého v zemině po skončení pokusu jsme zjistili, že do bilance chybělo 7 až 23 % z dávky dusíku. Předpokládáme, že na tomto rozdílu se podílejí hlavně plynné ztráty.

V našich pokusech z let 1986 až 1988 jsme zjistili, že z dusíkatého hnojiva, aplikovaného na podzim k ozimé pšenici v dávce 50 nebo  $120 \text{ kg N}$  na 1 ha, byla do začátku vegetace na jaře vyplavena z 30cm vrstvy ornice zhruba polovina dávky a nacházela se v lyzimetrické vodě. Během další doby vegetace od první poloviny dubna do sklizně pšenice se minerální dusík vyplavoval podstatně méně, z toho dusík dodaný na jaře jen v mizivých množstvích. Vyplavoval se převážně dusík v nitrátové formě, čpavkový dusík

se v lyzimetrické vodě vyskytoval maximálně v koncentracích o tři řády nižších než nitrátový. Ve většině našich polních modelových pokusů s ozimou pšenicí, hnojenou podobně dvěma dávkami dusíku po 50 kg.ha<sup>-1</sup>, jsme zjistili vyšší využití dusíku z jarního než z podzimního hnojení (M o u c h o v á et al., 1987, 1990).

V souběžně provedeném pokuse v roce 1985 – 1986 bylo v polním pokuse odčerpáno rostlinou ozimé pšenice z podzimní dávky 26 %, z jarní 56 %, u lyzimetrického pokusu jen 10 % a 37 %. Tyto rozdíly lze vysvětlit méně příznivými podmínkami pro rostliny v uspořádání lyzimetrického pokusu, především pak přerušením kontaktu s vlhkostí nižších vrstev půdy, a tím, že rostliny nemohou využít živiny, které se dostaly do lyzimetrických vod. Jak prokázali C a m p b e l l, P a u l (1978) a v monolitických lyzimetrech s travním porostem W e b s t e r, D o w d e l l (1986), má rozdílný vodní režim podstatný vliv na příjem dusíku rostlinami. Jak udávají W e b s t e r, D o w d e l l (1986), rozdílný vodní režim však neovlivnil množství imobilizovaného dusíku v půdě z hnojiva s <sup>15</sup>N, které činilo 20 až 25 % z dávky dusíku. Při bilancování dodaného dusíku ve vodě, rostlině a půdě uvedení autoři nezjistili 12 až 15 % z dávky dusíku.

## L i t e r a t u r a

- CAMPBELL, C. A. – PAUL, E. A.: Effects of fertilizer N and soil moisture on mineralization, N recovery and A-values, under spring wheat grown in small lysimeters. Can. J. Soil Sci., 58, 1978, s. 39 – 51.
- MOUCHOVÁ, H. – APLTAUER, J. – LIPPOLD, H. – MATZEL, W.: Bilance dodaného dusíku v půdě a rostlině pomocí <sup>15</sup>N u pšenice ozimé při použití inhibitoru nitrifikace. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 11, s. 1173 – 1182.
- MOUCHOVÁ, H. – KLÍR, J. – BENEŠOVÁ, J.: Využití dusíku rostlinami a jeho vyplavení z půdy a hnojiva v lyzimetrech. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 9, s. 951 – 959.
- MOUCHOVÁ, H. – LIPPOLD, H. – APLTAUER, J. – MATZEL, W.: Vliv inhibitoru nitrifikace na využití dodaného dusíku ozimou pšenicí. Rostl. Výr., 36, 1990, č. 1, s. 39 – 46.
- WEBSTER, C. P. – DOWDELL, R. J.: Effects of drought and irrigation on the fate of nitrogen applied to cut permanent grass swards in lysimeters: Nitrogen balance sheet and the effects of sward destruction and ploughing on nitrogen mineralisation. J.Sci. Fd Agric., 37, 1986, s. 845 – 854.

Došlo dne 24. 7. 1989

MOUCHOVÁ, H. – KLÍR, J. – BENEŠOVÁ, J. (Research Institute of Crop Production, Praha – Ruzyně): *Nitrogen leaching from the soil lysimeters after autumn and spring nitrogen application to winter wheat*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 785 – 790.

In 1985 – 1988 in lysimetric trials performed in Praha – Ruzyně, the leaching of mineral nitrogen was studied under winter wheat in dependence on natural precipitation. Lysimeters with an area of 527 cm<sup>2</sup> were filled every year in the autumn with 30 cm of topsoil from grey brown soil on loess and the soil was fertilized with 120 kg of nitrogen per ha in the UAN fertilizer in a single autumn application, or at two separate 50kg nitrogen rates (one applied in ammonium sulphate in autumn and the other in urea in spring). The fertilizers were applied in a solution. Analysing the mineral nitrogen in lysimetric waters, it was found that from the 30cm layer of topsoil 46 to 58 % of the 50kg nitrogen application rate was leached before mid April and 51 to 71 % was leached from the 120 kg batch applied per ha. At the first percolate sampling (January, February), the proportion of fertilizer nitrogen out of the total amount of leached mineral nitrogen was 12 to 24 % at the lower application rate and by 28 to 50 % at the higher rate; nitrates produced in the soil formed a substantial proportion after the filling of the lysimeters. At the second sampling (April), the proportion of fertilizer nitrogen increased to 29 – 41 % at the lower rate and to 53 – 63 % at the higher nitrogen application rate. In the third sampling, when winter wheat was ripe, the concentration of mineral nitrogen was comparatively low in lysimetric waters (up to 7 mg per l), 0.1 to 0.2 % of nitrogen was leached from the autumn fertilizer and only a trace amount from the fertilizer applied in spring. The grain and straw of winter wheat were found to contain 5 to 13 %, and the soil, 13 to 30 %, of the nitrogen applied in autumn; as to the divided spring nitrogen application rate, the plant utilized 27 to 37 % and 50 to 54 % remained in the soil.

lysimetric trials; nitrogen fertilizers; winter wheat; leaching of mineral nitrogen; <sup>15</sup>N

In den Jahren 1985 bis 1988 wurde bei lysimetrischen Versuchen in Prag — Ruzyně die Auswaschung von mineralischen Stickstoff unter einem Winterweizenbestand in Abhängigkeit von natürlichen Niederschlägen untersucht. Lysimeter mit einer Fläche von 527 cm<sup>2</sup> wurden alljährlich im Herbst mit einer 30 cm starken Substratschicht aus Parabraunerde auf Löß angefüllt und der Boden wurde im Herbst mit Stickstoffgaben von 120 kg.ha<sup>-1</sup> im Düngemittel DAM einmalig und in Teilgaben von 50 kg.ha<sup>-1</sup> als Ammoniumsulfat im Herbst und als Harnstoff im Frühjahr gedüngt. Die Düngemittel wurden in Form einer Lösung appliziert. Anhand einer Analyse des mineralischen Stickstoffes in den lysimetrischen Wässern wurde festgestellt, daß bis ungefähr Mitte April aus der 30 cm Ackerkrumenschicht 46 bis 58 % aus der 50 kg-Stickstoffgabe und 51 bis 71 % aus der Gabe der 120 kg.ha<sup>-1</sup> ausgewaschen wurden. Der Anteil des Stickstoffs aus dem Dünger am insgesamt ausgewaschenen mineralischen Stickstoff betrug bei dem ersten Perkolat (Januar, Februar) 12 bis 24 % bei der niedrigeren Dosis und 28 bis 50 % bei der höheren Dosis; einen beträchtlichen Teil bildeten die im Boden nach der Auffüllung der Lysimeter entstandenen Nitrate. Bei der zweiten Entnahme (April) stieg dieser Anteil an Stickstoff aus dem Dünger auf 29 bis 41 % bei der niedrigeren und auf 53 bis 63 % bei der höheren Stickstoffdosis. Bei der dritten Entnahme, d.h. z.Z. der Reife des Winterweizens, war die Konzentration des mineralischen Stickstoffs in den lysimetrischen Wässern relativ (gering bis zu 7 mg.l<sup>-1</sup>), aus den Herbstgaben wurden 0,1 bis 0,2 % ausgewaschen und aus der Frühlingsapplikation waren es nur noch Spuren Mengen. Im Korn und im Stroh des Winterweizens wurden 5 bis 13 %, im Boden 13 bis 30 % aus den im Herbst applizierten Stickstoffgaben ermittelt, aus der geteilten Frühlings-Stickstoffgabe verwerteten die Pflanzen 27 bis 37 % und im Boden bleiben 50 bis 54 % zurück.

lysimetrische Versuche; Stickstoffdünger; Winterweizen; Auswaschung mineralischen Stickstoffs; <sup>15</sup>N

---

*Adresa autorů:*

Ing. Hana Mouchová, CSc., ing. Jan Klír, CSc., Ing. Jana Benešová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 — Ruzyně

---



# VOLATILIZACE AMONIAKU PO APLIKACI DUSÍKATÝCH HNOJIV A MOŽNOSTI JEJÍHO SNÍŽENÍ PŘÍDAVKEM HEXAAMIDOCYKLOTRIFOSFAZÉNU (HACTP)

J. Honza, J. Minář

---

HONZA, J. — MINÁŘ, J. (Masarykova Univerzita, Brno): *Volatilizace amoniaku po aplikaci dusíkatých hnojiv a možnosti jejího snížení přidavkem hexamidocyklotrifosfazénu (HACTP)*. Rostl. Vyr., 36, 1990 (8): 791 — 796.

Byl sledován vliv vlhkosti zeminy na volatilizaci amoniaku z vybraných dusíkatých hnojiv a na základě získaných výsledků byla ověřována možnost snížení ztrát přidavkem HACTP, jeho směsi s oktaamidocyklotetrafosfazénem k aplikované močoviny a DAM 390. K nejvyšším ztrátám docházelo v prvních dnech po aplikaci hnojiv, přičemž celkově vyšší byly u sušší zeminy. HACTP užitý v čistém, případně surovém stavu, kdy je znečištěn zbytkovým chloridem amonným, je relativně efektivní inhibitor půdní ureázy, jehož vliv na snížení volatilizace amoniaku z močoviny nebo DAM 390, aplikovaných na povrch půdy je vysoce průkazný.

volatilizace amoniaku; hexamidocyklotrifosfazén (HACTP)

---

Ztráty dusíku z půdy v souvislosti s aplikací průmyslových hnojiv patří k vážným problémům současného zemědělství. Jsou způsobovány úletem jeho plyných forem do atmosféry, vyplavováním a erozí.

Únik amoniaku z půdního prostředí nabyl praktického významu hlavně v čase, kdy se začaly používat vysoké dávky průmyslových dusíkatých hnojiv. Jde především o amonné a amidické formy, i když amoniak může být uvolňován i z aplikovaných dusičnanů (Bielek, Kudličková, 1981).

Úletem amoniaku se průměrně ztrácí 5 až 25 % dusíku z aplikovaných hnojiv (Bielek, Kudličková, 1981; Knop, 1982 a další). Někteří autoři však uvádějí hodnoty podstatně vyšší. Tak např. Makarov (1976) zjistil ztráty úletem plynného amoniaku v rozmezí 40 až 60 %.

Široké rozmezí zjišťovaných hodnot souvisí s celou řadou faktorů, které se na přeměnách dusíkatých sloučenin v půdě podílejí. Uplatňuje se zde především půdní mikroflóra, fyzikální a chemické vlastnosti půdy, klimatické podmínky, způsob agrotechniky atd. Je známo, že ke ztrátám amoniaku dochází především při vyšších teplotách a vysoké vlhkosti půdy. Stimulační vliv teploty potvrzuje řada prací, avšak v souvislosti s vlhkostí nejsou názory jednotné (Bielek, 1984).

Nejvíce údajů je publikováno o intenzitě úletu amoniaku z aplikované močoviny. Močovina je v půdním systému hydrolyzována ureázou na nestálý uhličitán amonný. Amonný dusík vzniklý rozkladem močoviny může být sorbován půdou, přijímán přímo rostlinami nebo za vhodných podmínek oxidován nitrifikačními baktériemi až na dusičnany. Není-li sorbce amoniaku a jeho využití dostatečně rychlé, často dochází k jeho úletu do ovzduší. Proto jsou hledány různé cesty, jak tyto ztráty omezit. Jednou z možností je i použití inhibitorů ureázy.

Dobrých výsledků v tomto smyslu bylo dosaženo se sloučeninami obsahujícími fosforamidové skupiny  $[R_xPO(NH_2)_{3-x}]$ ;  $R = OH$ , fenylyl,  $NH_2$  atd., zejména s fenylestery kyseliny amidofosforečné (Held a kol., 1976; Martins, Bremner, 1984), dále s triamidem kyseliny fosforečné a sloučeninami typu N-(diaminofosforyl)arylkar-

boxamidů (Bayless, Millner, 1980). Efektivní je rovněž aplikace kyseliny mono- a diamidofosforečné (Barth a kol., 1980). K účinným inhibitorům ureázy patří HACTP, produkty jeho hydrolyzy a jeho deriváty (Medina, Sullivan, 1986).

Předmětem naší práce bylo ověřit vliv vlhkosti zeminy na úlet amoniaku z vybraných dusíkatých hnojiv a na základě získaných výsledků odzkoušet schopnost HACTP snížit jeho ztráty z močoviny a DAM 390.

## MATERIÁL A METODA

Laboratorní experimenty proběhly v Petriho miskách (Ø 11 cm) naplněných 80 g zahradní zeminy (vlhkost 12 až 13 %, resp. 20 až 21 %).

Na povrch zeminy bylo rovnoměrně aplikováno 5 ml vodného roztoku příslušného hnojiva: močovina (MO), DAM 390 (DAM), síran amonný (SA), dusičnan amonný (DA) s obsahem 100 mg N na jednu Petriho misku. Misky byly umístěny v uzavřených exsíkátorech promývaných vzduchem o teplotě 23 až 25 °C, každá varianta měla pět opakování.

Pokud byl sledován vliv HACTP na snížení ztrát volatilizací amoniaku, byl tento aplikován zároveň s roztokem močoviny, resp. s DAM 390 ve 2 až 4 % množství vztaženém na navážku hnojiva, HACTP byl užit v čistém (P-N) i surovém stavu (s.P-N), kdy obsahuje zbytkový chorid amonný, popřípadě ve směsi s oktaamidocyklotetrafosfátem (P-Nch).

Uvolněný amoniak byl jímán v 2 % roztoku kyseliny borité s indikátorem Tashiro a v průběhu 17, resp. 32 dnů stanovován titrací 0,005M kyselinou sírovou.

Odpovídající pokusy nebyly provedeny simultánně, každý však má vlastní kontrolu, tj. systém s obsahem samotné močoviny, případně DAM 390.

## VÝSLEDKY

Vliv vlhkosti zeminy na intenzitu úletu amoniaku z močoviny, DAM 390, síranu amonného a dusičnanu amonného je uveden na obr. 1 (vlhkost 12 až 13 %) a na obr. 2 (vlhkost 20 až 21 %). Z obr. 1 je patrné, že nejvíce amoniakálního dusíku uniklo z aplikované močoviny, nejméně z dusičnanu amonného. Ztráty dusíku ze síranu amonného zpočátku převyšovaly únik z ostatních sledovaných hnojiv, ale brzy klesly pod úroveň úletu z močoviny a DAM 390. Při vyšší vlhkosti zeminy (obr. 2) se úlet asi po deseti dnech dále výrazněji nezvyšoval a ve srovnání se ztrátami amoniaku ze zeminy s nižší vlhkostí byl podstatně menší, zvláště z aplikované močoviny. U všech zkoumaných hnojiv dochází k nejintenzivnějšímu úletu v počátku sledovaného období.

Přídavek 2 % HACTP k aplikované močovíně jednoznačně snižoval ztráty dusíku ve formě plynného amoniaku po celé sledované období (obr. 3). Zvýšení koncentrace účinné látky ze 2 na 4 % mělo za následek další, i když ne příliš výrazné snížení úletu amoniaku, obdobně jako náhrada čistého HACTP surovým (obr. 4). Naproti tomu směs HACTP s oktaamidocyklotetrafosfátem byla méně účinná než samotný HACTP (obr. 5). Při aplikaci DAM 390 (obr. 6) bylo dosaženo srovnatelných výsledků jako u analogického pokusu s močovinou (obr. 4).

U všech variant klesala účinnost aktivní látky s prodlužováním sledovaného období. Přesto i po sedmnácti dnech inkubace byly celkové ztráty dusíku ve formě amoniaku nižší než ztráty ze vzorků, u nichž nebyl HACTP, případně jeho směs s oktaamidocyklotetrafosfátem aplikován.

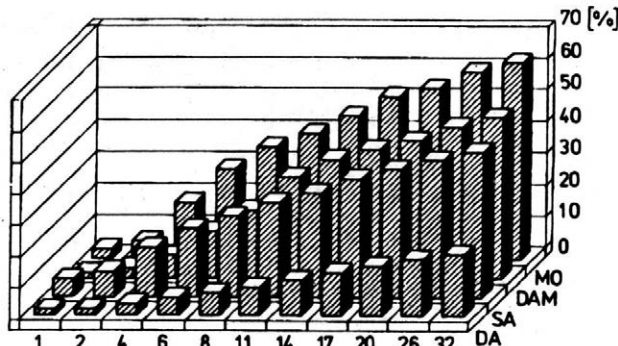
Úlet amoniaku ze zeminy, na kterou nebyla hnojiva aplikována, byl použitou metodou neměřitelný.

## DISKUSE

Ztráty dusíku z močoviny, DAM 390, síranu amonného a dusičnanu amonného úletem plynného amoniaku do ovzduší jsou největší v prvních dnech po aplikaci hnojiva. K podobným poznatkům dospěli např. Mačkarov (1976) a Knop (1982).

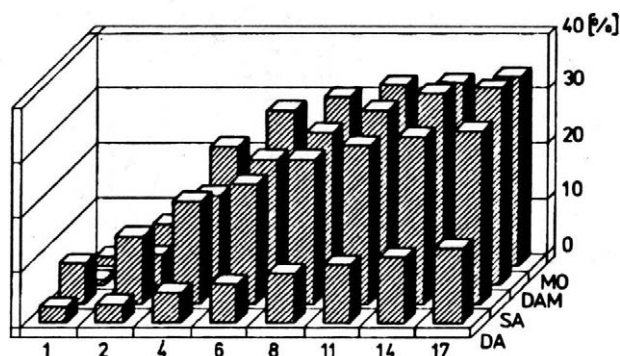
Výsledky pokusů s rozdílnou vlhkostí zeminy jsou jednoznačné. Zvýšení vlhkosti zeminy z 12 až 13 % (obr. 1) na 20 až 21 % (obr. 2) snížilo intenzitu úletu amoniaku ze všech sledovaných hnojiv.

K pokusům s HACTP byla užita močovina a DAM 390. Pracovali jsme se zemínou o vlhkosti 12 až 13 %, při které byl únik amoniaku průkazně vyšší (obr. 1, 2). Námi užitý



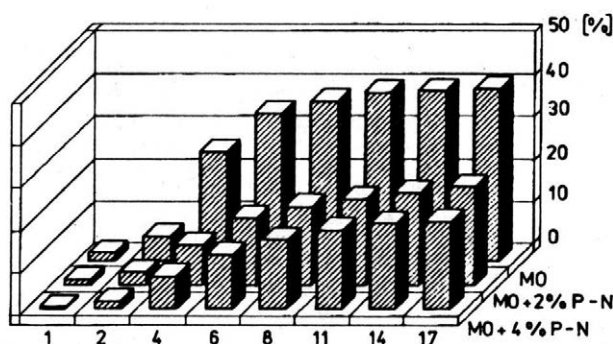
1. Volatilizace amoniaku z močoviny, DAM 390, síranu amonného a dusičnanu amonného aplikovaných v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 12 až 13 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Ammonia volatilization from urea, DAM 390, ammonium sulphate and ammonium nitrate applied in 5 ml of aqueous solution onto earth surface at a moisture content of 12 to 13 % (100 mg N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (MO = močovina, DAM = DAM 390, SA = síran amonný, DA = dusičnan amonný)



2. Volatilizace amoniaku z močoviny, DAM 390, síranu amonného a dusičnanu amonného aplikovaných v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 20 až 21 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Ammonia volatilization from urea, DAM 390, ammonium sulphate and ammonium nitrate applied in 5 ml of aqueous solution onto the earth at a moisture of 20 to 21 % (100 mg of N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (MO = močovina, DAM = DAM 390, SA = síran amonný, DA = dusičnan amonný)

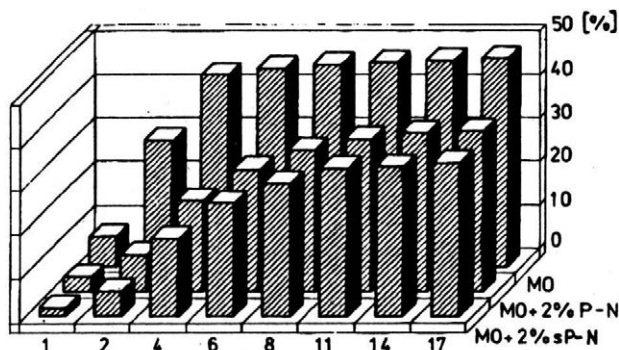


3. Vliv 2% a 4% přídavku čistého HACTP na volatilizaci amoniaku z močoviny aplikované v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 12 až 13 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Effect of 2% and 4% supplement of pure HACTP on ammonia volatilization applied in 5 ml of aqueous solution onto the earth surface at a moisture 12 to 13% (100 mg of N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (MO = močovina, MO + 2% P-N = směs močoviny s 2 % HACTP, MO + 4% P-N = směs močoviny s 4% HACTP)

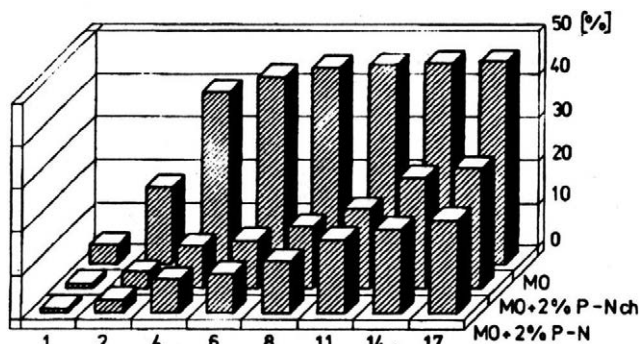
4. Vliv 2% přídavku čistého a surového HACTP na volatilizaci amoniaku z močoviny aplikované v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 12 až 13 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Effect of 2% supplement of pure and crude HACTP on ammonia volatilization from urea applied in 5 ml of aqueous solution onto the earth surface at a moisture of 12 to 13 % (100 mg of N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (MO = močovina, MO + 2% P-N = směs močoviny s 2 % čistého HACTP, MO + 2% sP-N = směs močoviny s 2 % surového HACTP)



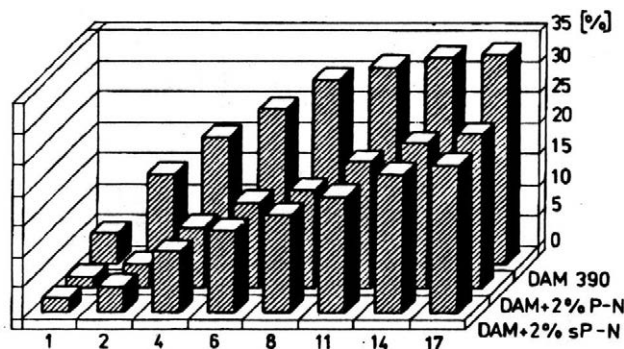
5. Vliv 2% přídavku čistého HACTP a směsi HACTP s oktaamidocyklotetrafosfátem na volatilizaci amoniaku z močoviny aplikované v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 12 až 13 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Effect of 2% supplement of pure HACTP and HACTP mixture with octaamidocyclotetraphosphazene on ammonia volatilization from urea applied in 5 ml of aqueous solution onto the earth surface at a moisture of 12 to 13 % (100 mg of N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (MO = močovina, MO + 2% P-Nch = směs močoviny s 2% HACTP obsahujícím oktaamidocyklotetrafosfát, MO + 2% P-N = směs močoviny s 2% HACTP)



6. Vliv 2% přídavku čistého a surového HACTP na volatilizaci amoniaku z DAM 390 aplikovaného v 5 ml vodného roztoku na povrch zeminy o vlhkosti 12 až 13 % (100 mg N.80 g<sup>-1</sup> zeminy rozložené na 1 dm<sup>2</sup>) - Effect of 2% supplement of pure and crude HACTP on ammonia volatilization from DAM 390 applied in 5 ml of aqueous solution onto the earth surface at a moisture of 12 to 13 % (100 mg of N and 80 g<sup>-1</sup> of earth spread over 1 dm<sup>2</sup>)

abscisa: dny inkubace  
ordináta: volatilizace amoniaku vyjádřená v % z aplikovaného dusíku (DAM = DAM 390, DAM + 2% P-N = směs DAM 390 s 2% čistého HACTP, DAM + 2% sP-N = směs DAM 390 s 2% surového HACTP)





2 % přídavek HACTP, vztažený na navážku hnojiva, byl volen i s ohledem na možnost výroby granulí (granulace taveniny močoviny s přídavkem HACTP) takových vlastností, které by plně vyhovovaly požadavkům zemědělské praxe na aplikaci. Zvýšení obsahu HACTP v granulích nad 2 % způsobuje jejich rozpadání (Pečkovskij, 1981).

Pokusy ukázaly, že 2% přídavek HACTP průkazně zpomaluje hydrolyzu močoviny, zejména v prvních dnech po aplikaci (obr. 3 až 6). Při sledování vlivu vyšších 4% koncentrací HACTP (obr. 3) bylo zjištěno, že snížení ztrát amoniaku není úměrné tomuto zásahu.

Kromě čistého HACTP byly zkoušeny inhibiční vlastnosti HACTP v surovém stavu, který je znečištěn chloridem amonným. Jeho účinek byl po celé sledované období téměř shodný s čistou látkou (obr. 4, 6). Tento závěr je důležitý z ekonomického hlediska, poněvadž odstranění zbytkového chloridu amonného ze surového produktu je značně nákladné. Rovněž je možné aplikovat ve 2% koncentraci směs HACTP s oktaamidocyklotetrafosfátem (obr. 5). Fyziologický účinek je obdobný.

Otevřenou otázkou zůstává vlastní mechanismus účinku HACTP. Je možné předpokládat, že jeho inhibiční vlastnosti jsou dány některými ještě neidentifikovanými vlastnostmi nebo charakterem sloučeniny samé. Medina, Sullivan (1986) předpokládají možnost reakce inhibitoru se základní SH-skupinou (skupinami) na aktivním místě (místech) ureázy.

## Literatura

- BARTH, A. — ROLLKA, W. — MICHEL, H. J.: Wissenschaftliche Beitrage-Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, 2, 1980, s. 5 — 10.  
BAYLESS, A. V. — MILLNER, O. E.: USA patent 4 182 881, 1980.  
BIELEK, P.: Dusík v půdě a jeho prameny. In: Zbor. VÚPVR Bratislava, 1984, s. 9 — 118.  
BIELEK, P. — KUDLICKOVÁ, J.: Věd. Práce VÚPVR Bratislava, 11, 1981, s. 121.  
HELD, P. — LANG, S. — TRADLER, E. — KLEPEL, M. — DROHNE, D. — HARTBRICH, H. J. — ROTHE, G. — SCHELER, H. — GRUNDMEIER, S. — TRAUTMANN, A.: NSR patent 122 177, 1976.  
KNOP, K.: Plynné ztráty dusíku ve formě amoniaku z průmyslových hnojiv. Rostl. Výr., 28, 1982, č. 9, s. 935 — 946.  
MAKAROV, N. P.: Vlijanije izvestkovanija i glubiny zadelki azotnych udobrenij na gazoobrazniji poteri azota ve forme  $NH_3$  i  $NO_2$ . Agrochimija, 2, 1976, s. 19 — 23.  
MARTINS, D. A. — BRÉMNER, J. M.: Soil Sci. Soc. Amer. J., 48, 1984, s. 302 — 305.  
MEDINA, R. — SULLIVAN, J.: USA patent 4 618 691, 1986.  
PEČKOVSKIJ, V. V.: SSSR patent 1 010 046, 1981

Došlo dne 24. 7. 1989

HONZA, J. — MINÁŘ, J. (Masaryk University, Brno): *Ammonia volatilization after the application of nitrogen fertilizers and the possibilities to reduce by addition of hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP)*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 791 — 796.

The influence of soil moisture on ammonia volatilization was studied in selected nitrogen fertilizers and on the basis of the results the possibility to decrease the losses was tested, using a supplement of HACTP, its mixture with octamidocyclotetraphosphazene, to applied urea and DAM 390. The highest losses occurred during the first days after fertilizers were applied, the losses being generally higher in the drier soil. HACTP used either pure or in the crude state (contaminated by residual ammonium chloride) is a comparatively effective inhibitor of soil urease which highly significantly influences the decrease in ammonia volatilization from urea or DAM 390 applied onto the soil surface.

ammonia volatilization; hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP)

HONZA, J. — MINÁŘ, J. (Masaryk-Universität, Brno): *Verflüchtigung von Ammoniak nach Applikation von Stickstoffdüngern und Möglichkeiten deren Herabsetzung durch Beigabe von Hexaamidozyklotriphosphasen (HACTP)*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 791 — 796.

Man untersuchte den Einfluß der Bodenfeuchtigkeit auf die Verflüchtigung von Ammoniak aus ausgewählten Stickstoffdüngern und aufgrund der gewonnenen Ergebnisse wurde die Möglichkeit einer Herabsetzung der Verluste durch Beigabe von HACTP, dessen Gemisches mit Oktaamidozyklotetrafosphen zum applizierten Harnstoff sowie DAM 390, geprüft. Zu den höchsten Verlusten kam es in den ersten Tagen nach der Applikation der Düngemittel, wobei diese im allgemeinen bei trockenerem Boden höher waren. Das in reinem, evtl. rohem Zustand, wo eine Verunreinigung durch Rest-Ammoniumchlorid



besteht, applizierte HACTP ist ein relativ effektiver Inhibitor der Bodenurease, dessen Einfluß auf eine Verminderung der Verflüchtigung von Ammoniak aus auf die Bodenoberfläche appliziertem Harnstoff oder DAM 390 hochsignifikant ist.

Verflüchtigung von Ammoniak; Hexaamidozyklotriphosphasen (HACTP)

---

*Adresa autorů:*

RNDr. Jaroslav H o n z a , prof. RNDr. Jaroslav M i n á ř , CSc., Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno

---

J. Zehnálek, J. Minář, J. Honza

ZEHNÁLEK, J. — MINÁŘ, J. — HONZA, J. (Agrochemický podnik, Vyškov; Masarykova Univerzita, Brno): *Omezení ztrát dusíku volatilizací z DAM 390 přídkem hexamidocyklotrifosfazénu (HACTP)*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 797 — 804.

Při společné aplikaci roztoku amidického dusíku s hexamidocyklotrifosfazénem (HACTP) na povrch zeminy bylo dosaženo výrazného snížení volatilizace amoniaku. Prokázaný zvýšený obsah minerálního dusíku v půdě, na jejíž povrch byl aplikován DAM 390 spolu s HACTP, se projevil ve zvýšené akumulaci dusíku v sušině nadzemních částí kultivované kukuřice. Výsledky naznačují, že při aplikaci hnojiv obsahujících amidický dusík s HACTP by bylo možno jejich dávky úměrně snížit bez omezení dusíkaté výživy rostlin.

půdní ureáza; volatilizace amoniaku; hexamidocyklotrifosfazen (HACTP)

Účinnosti hnojiv obsahujících močovinu jako zdroj dusíku pro rostliny je věnována značná pozornost. Při půdní aplikaci močoviny dochází v závislosti na podmínkách k její rychlé hydrolyze půdní ureázou na nestálý uhličitán amonný. Jeho vysoká koncentrace vede k signifikantním ztrátám dusíku volatilizací amoniaku (Terman, 1979; Fenn, Miyamoto, 1981; Fenn et al., 1982; Nelson, 1982; Rappaport, Axley, 1984; Stumpe et al., 1984; Bouwmeester et al., 1985; Fenn, Hosner, 1985; Fenn, Richards, 1986; Stumpe, Monem, 1986; Oberle, Bundy, 1987). Snížení ztrát dusíku volatilizací amoniaku z povrchově aplikovaných hnojiv obsahujících močovinu je aktuálním úkolem, jehož vyřešení by mělo směřovat ke zvýšení efektivity dusíkatého hnojení. V předchozích pracích (Honza, Minář, 1990; Minář et al., 1990) jsme v laboratorních podmínkách prokázali, že HACTP působí jako účinný inhibitor půdní ureázy. Cílem této práce bylo zjistit, zda při aplikaci kapalného hnojiva DAM 390 s HACTP na povrch půdy se omezí ztráty dusíku a zvýší se jeho hromadění rostlinami.

## MATERIÁL A METODA

Ureázová aktivita půdy, ve které byly provedeny kultivační pokusy, byla posuzována upravenou mikrodifúzní Conwayho metodou (Kryžánek et al., 1965). Do Conwayho nádobek o průměru 110 mm bylo umístěno do vnějšího mezikruží 30 g zeminy, odebrané z parcely před založením vegetačního pokusu. Zemina měla následující agrochemickou charakteristiku: pH/KCl 7,26; 0,3 %  $\text{CaCO}_3$ , fosfor 137  $\text{mg.kg}^{-1}$ , draslík 200  $\text{mg.kg}^{-1}$  a hořčík 84  $\text{mg.kg}^{-1}$  (Javorský et al., 1987). Na povrch zeminy umístěné v Conwayho nádobkách bylo aplikováno vždy 4 ml roztoku DAM 390 s obsahem 0, 25, 50, 100 nebo 200 mg dusíku. U poloviny nádobek byl aplikován DAM 390 bez přídku HACTP, u druhé poloviny s přídkem 1% HACTP, vztaženo na množství aplikovaného dusíku. V druhé sérii byl aplikován roztok DAM 390 v dávce 100 mg dusíku nebo močoviny v dávce 50 mg dusíku. Uvedená hnojiva byla aplikována bez přídku HACTP nebo s 0,5 %, 1 %, 2 % HACTP, vztaženo na množství aplikovaného dusíku. Nádobky byly hermeticky uzavřeny a ponechány tři dny při laboratorní teplotě. Každá varianta byla provedena ve třech opakováních a dosažené výsledky zhodnoceny *t*-testem (Hrubý, Konvička, 1954).

I. Vliv HACTP na volatilizaci amoniaku v závislosti na aplikované dávce dusíku v DAM 390 – The effects of HACTP on ammonia volatilization in dependence on the amount of nitrogen applied in DAM 390

| Aplikační dávka (mg) |       | Ztráty N (mg)      |       | %    |
|----------------------|-------|--------------------|-------|------|
| N                    | HACTP | $\bar{x}$          | $s_x$ |      |
| 25                   | –     | 0,37               | 0,02  | 100  |
| 25                   | 0,25  | 0                  | 0     | 0    |
| 50                   | –     | 1,26               | 0,11  | 100  |
| 50                   | 0,50  | 0,23 <sup>++</sup> | 0,05  | 18,3 |
| 100                  | –     | 2,10               | 0,15  | 100  |
| 100                  | 1,00  | 0,70 <sup>++</sup> | 0,04  | 33,3 |
| 200                  | –     | 3,17               | 0,09  | 100  |
| 200                  | 2,00  | 1,54 <sup>++</sup> | 0,27  | 48,6 |

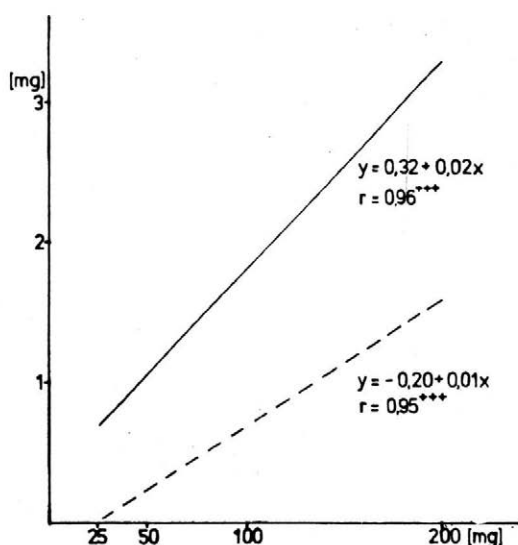
+++ ~  $P \leq 0,001$ ; ++ ~  $P \leq 0,01$ ; + ~  $P \leq 0,05$

II. Volatilizace amoniaku v závislosti na koncentraci HACTP aplikovaného společně s DAM 390 nebo močovinou – Ammonia volatilization in dependence on the HACTP concentration applied jointly with DAM 390 or urea

| Varianta | Aplikační dávka (mg) |       | Ztráty N (mg)       |       | %    |
|----------|----------------------|-------|---------------------|-------|------|
|          | N                    | HACTP | $\bar{x}$           | $s_x$ |      |
| DAM 390  | 100                  | –     | 3,06                | 0,23  | 100  |
|          | 100                  | 0,50  | 1,73 <sup>++</sup>  | 0,16  | 56,5 |
|          | 100                  | 1,00  | 0,77 <sup>+++</sup> | 0,11  | 25,2 |
|          | 100                  | 2,00  | 0,64 <sup>+++</sup> | 0,21  | 20,9 |
| Močovina | 50                   | –     | 1,37                | 0,17  | 100  |
|          | 50                   | 0,25  | 0,76 <sup>+</sup>   | 0,16  | 55,5 |
|          | 50                   | 0,50  | 0,56 <sup>++</sup>  | 0,04  | 40,9 |
|          | 50                   | 1,00  | 0,30 <sup>++</sup>  | 0,06  | 21,9 |

+++ ~  $P \leq 0,001$ ; ++ ~  $P \leq 0,01$ ; + ~  $P \leq 0,05$

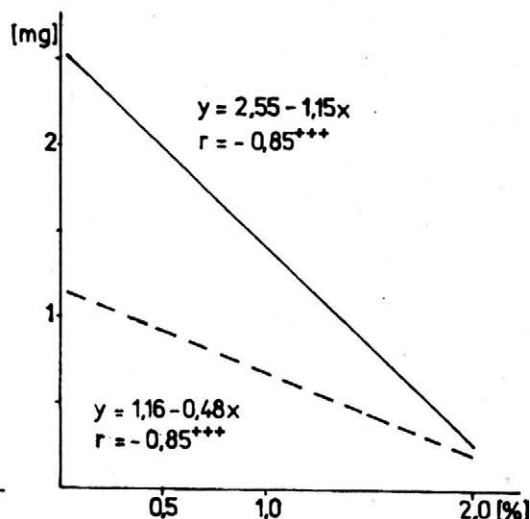
Kultivace rostlin kukuřice (*Zea mays* L., CE – 240) byla provedena v Mitscherlichových nádobách a na pokusném pozemku. Do Mitscherlichových nádob naplněných 6 kg substrátu, vzniklého smísením pokusné zeminy s pískem v poměru 1:1, bylo vyseto po 16 nabobtnalých obilkách. Nádoby byly umístěny na volném prostranství ve voliéře. Po vzejití byl počet rostlin v jednotlivých nádobách vyjednocen na 10. U třetiny nádob bylo na povrch zeminy aplikováno po 100 ml roztoku močoviny s obsahem 1,2 g dusíku. Druhá třetina nádob byla přihnojena stejným množstvím roztoku močoviny s 2% přídavkem HACTP, vztaheno na navážku hnojiva. Zbývající nádoby byly zalaty jen odpovídajícím množstvím destilované vody. V průběhu kultivace byla vlhkost zeminy udržována pravidelnou závlivkou. Po 43 dnech kultivace (od 29. 6.



1. Volatilizace čpavku po aplikaci DAM 390 na povrch zeminy bez přidavku HACTP (—) a s přidavkem 1 % HACTP (---) za tři dny inkubace — Ammonia volatilization when applied DAM 390 without HACTP supplement (—) and with 1 % HACTP supplement (---) for three days of incubation

abscisa: dávka aplikovaného dusíku ve formě DAM 390

ordináta: množství uvolněného dusíku



2. Volatilizace čpavku po aplikaci 100 mg dusíku ve formě DAM 390 (—) a po aplikaci 50 mg dusíku ve formě močoviny (---) v závislosti na přidavku HACTP za tři dny inkubace — Volatilization of ammonia after application of 100 mg of nitrogen as DAM 390 (—) and after application of 50 mg of nitrogen as urea (---), as depending on HACTP supplement after three days of incubation

abscisa: koncentrace HACTP (vztaženo na navážku N)

ordináta: množství uvolněného dusíku

do 11. 8. 1988), kdy rostliny dosáhly fáze sedmého listu, byla provedena jednorázová sklizeň nadzemních částí. Byla stanovena čerstvá hmotnost, sušina a obsah hlavních minerálních živin (J a v o r s k ý et al., 1987). Každá varianta měla 10 opakování a dosažené výsledky byly statisticky vyhodnoceny *t*-testem (H r u b ý, K o n v i č k a, 1954).

Na pokusném pozemku byla kukuřice vyseta 10. 5. 1988 do řádků s roztečí 0,6 m. Hnojení dusíkem bylo provedeno tři dny po výsevu ručním postřikovačem na povrch půdy roztokem kapalného hnojiva DAM 390 v dávkách odpovídajících 100 a 200 kg dusíku na 1 ha. Velikost pokusných parcel byla 4,5 m<sup>2</sup>, každá varianta měla tři opakování. U poloviny přihnojených parcel byl roztok DAM 390 aplikován s 1 % HACTP, vztaženo na množství aplikovaného dusíku. Na kontrolních parcelách byl proveden postřik jen odpovídající dávkou vody. Po vzejití rostlin proběhlo jejich vyjedení na vzdálenost 0,3 m. Odběr vzorků půd (z profilu 0 až 0,15 m) na stanovení obsahu minerálního dusíku (J a v o r s k ý et al., 1987) byl uskutečněn bezprostředně před a 12 dnů po přihnojení. Po 43 dnech kultivace, kdy rostliny dosáhly fáze pátého listu, byly nadzemní části rostlin jednorázově sklizeny, vysušeny a analyzovány na obsah hlavních minerálních živin (J a v o r s k ý et al., 1987). Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny *t*-testem (H r u b ý, K o n v i č k a, 1954).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Prokazatelné ztráty dusíku volatilizací, zvláště z povrchově aplikovaného dusíku amidického, si vynucují hledání způsobů k jejich omezení. Někteří autoři vycházejí z poznatku, že k volatilizaci amoniaku dochází především na alkalických půdách, a uvádějí, že ke snížení ztrát dochází při společné aplikaci amidického dusíku s minerál-

3. Vliv HACTP na obsah minerálního dusíku v půdě po povrchové aplikaci DAM 390 – Effect of HACTP on the content of mineral nitrogen after surface application of DAM 390

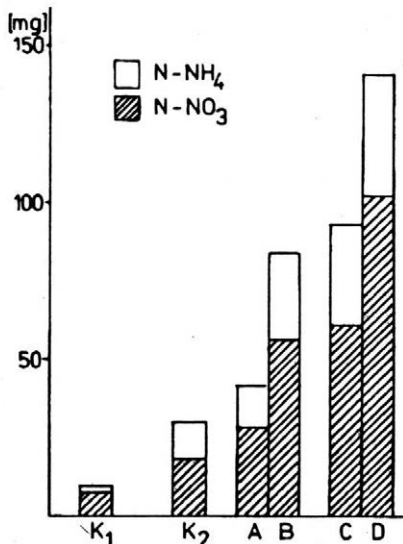
K<sub>1</sub> – kontrolní vzorek před aplikací DAM 390  
K<sub>2</sub> – kontrolní vzorek 12 dnů po aplikaci DAM 390

A – aplikovaná dávka dusíku 100 kg . ha<sup>-1</sup> bez přídatku HACTP

B – aplikovaná dávka dusíku 100 kg . ha<sup>-1</sup> s přídatkem 1 % HA CTP

C – aplikovaná dávka dusíku 200 kg . ha<sup>-1</sup> bez přídatku HACTP

D – aplikovaná dávka dusíku 200 kg . ha<sup>-1</sup> s přídatkem 1 % HACTP



ními kyselinami (Douglas, Bremner, 1970; Bremner, Douglas, 1971). Rovněž vápenaté soli, vznikající reakcí aplikované kyseliny s uhličitánem vápenatým, mohou efektivně omezovat ztráty čpavku z močoviny, a to jak u alkalických, tak u kyselých půd (Fenn et al., 1981a, b, 1982; Fenn, Richards, 1986). Obdobně bylo dosaženo snížení ztrát volatilizační amoniaku při aplikaci močoviny s chloridem draselným v poměru 1 : 1 (Rapaport, Alexey, 1984) nebo při aplikaci močoviny ve formě dusíkatofosforečných granulovaných hnojiv (Bundy, Oberle, 1988). Vzhledem k některým nedostatkům použitelnosti výše zmíněných postupů jsou současně ověřovány i chemické inhibitory ureázy. Perspektivní v tomto směru se zdají být amidoderiváty kyseliny fosforečné a trifosforečné. Liao, Raines (1985) přitom zjistili, že triamid kyseliny fosforečné inhibuje aktivitu půdní ureázy výrazněji než monoamid. Velmi účinným inhibitorem ureázy je i HACTP (Honzá, Minář, 1990; Minář et al., 1990). Tato sloučenina nepůsobí fyto toxicky, jak bylo prokázáno v pokusech, ve kterých byl fosfor v Richterově živném roztoku ekvimolárně nahrazen ve formě HACTP (Honzá et al., 1987; Kouřil et al., 1987; Minář et al., 1987).

Ze získaných výsledků (tab. I, obr. 1) je patrné, že 1% přírůdek HACTP k aplikovanému hnojivu vysoce průkazně snížil volatilizační amoniaku u všech aplikovaných dávek dusíkatého hnojiva. Přitom relativně výraznějšího snížení volatilizace bylo dosaženo u nižších dávek aplikovaného dusíku. Obdobné změny jsme zaznamenali i v případě, kdy na povrch zeminy byl aplikován roztok DAM 390 v dávce 100 mg dusíku nebo močoviny v dávce 50 mg dusíku (tab. II, obr. 2). Mimo to je patrné, že se stoupající koncentrací HACTP se jednoznačně snižuje volatilizace amoniaku. Při porovnání volatilizace amoniaku z močoviny a kapalného hnojiva DAM 390 při stejné dávce amidického dusíku je zřejmé, že se na vyšších ztrátách dusíku z aplikovaného DAM 390 nepodílí pravděpodobně jen hydrolytické štěpení močoviny. Dosažené výsledky jsou v souladu s poznatky, které jsme jinými metodickými postupy získali v našich předchozích pracích (Honzá, Minář, 1990; Minář et al., 1990).

V laboratorních podmínkách prokázaná snížená volatilizace čpavku po přídatku HACTP dává předpoklad pro lepší využití aplikovaného dusíku rostlinami. Rostliny kukuřice kultivované v Mitscherlichových nádobách a přihnojené močovinou s přídatkem HACTP měly průkazně vyšší hmotnost nadzemních částí než rostliny přihnojené samotnou močovinou. Přitom tyto rostliny obsahovaly více vody. Rovněž zvýšený obsah



III. Vliv přihnojení močovinou s HACTP na růst nadzemních částí rostlin kukuřice kultivovaných v Mitscherlichových nádobách a na hromadění hlavních minerálních živin — The influence of application of urea with HACTP on growth of above-ground parts of maize plants cultivated in Mitscherlich vessels, and on the accumulation of the major mineral nutrients

| Aplikovaná dávka<br>(mg.nádoba <sup>-1</sup> ) |       | Hmotnost nadzemních částí<br>(g.rostlina <sup>-1</sup> ) |       |       |                   |       |       | Obsah minerálních živin<br>(mg. g <sup>-1</sup> sušiny) |       |                   |       |                     |       |                   |       |                    |       |
|------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------|-------|-------------------|-------|---------------------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|
| N                                              | HACTP | svěží                                                    |       |       | sušina            |       |       | N                                                       |       | P                 |       | K                   |       | Ca                |       | Mg                 |       |
|                                                |       | $\bar{x}$                                                | $s_x$ | %     | $\bar{x}$         | $s_x$ | %     | $\bar{x}$                                               | $s_x$ | $\bar{x}$         | $s_x$ | $\bar{x}$           | $s_x$ | $\bar{x}$         | $s_x$ | $\bar{x}$          | $s_x$ |
| 0                                              | 0     | 3,78                                                     | 0,08  | 100,0 | 0,56              | 0,020 | 100,0 | 14,6                                                    | 1,25  | 2,0               | 0,10  | 30,0                | 0,01  | 9,6               | 0,20  | 3,1                | 0,15  |
| 1200                                           | 0     | 4,54 <sup>+++</sup>                                      | 0,11  | 120,1 | 0,58              | 0,035 | 103,6 | 46,1 <sup>+++</sup>                                     | 0,01  | 1,6               | 0,05  | 27,3 <sup>++</sup>  | 0,70  | 10,2 <sup>+</sup> | 0,01  | 5,1 <sup>+++</sup> | 0,05  |
| 1200                                           | 52    | 5,09 <sup>+++</sup>                                      | 0,09  | 134,7 | 0,63 <sup>+</sup> | 0,023 | 112,5 | 50,6 <sup>+++</sup>                                     | 0,60  | 1,5 <sup>++</sup> | 0,01  | 25,0 <sup>+++</sup> | 0,02  | 10,0              | 0,20  | 4,7 <sup>+++</sup> | 0,03  |

+++ ~  $P \leq 0,001$ ;    ++ ~  $P \leq 0,01$ ;    + ~  $P \leq 0,05$

IV. Vliv přihnojení DAM 390 s HACTP na hromadění hlavních minerálních živin v nadzemních částech rostlin kukuřice kultivovaných na pokusných parcelách (v  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  sušiny) — The influence of application of DAM 390 with HACTP on the accumulation of the major mineral nutrients in the above-ground parts of maize plants cultivated in the experimental plots (in mg per g of dry matter)

| Varianta                   | N                 |               | N-NO <sub>3</sub> |               | P         |               | K         |               | Ca        |               | Mg        |               |
|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|-----------|---------------|
|                            | $\bar{x}$         | $s_{\bar{x}}$ | $\bar{x}$         | $s_{\bar{x}}$ | $\bar{x}$ | $s_{\bar{x}}$ | $\bar{x}$ | $s_{\bar{x}}$ | $\bar{x}$ | $s_{\bar{x}}$ | $\bar{x}$ | $s_{\bar{x}}$ |
| K                          | 36,3              | 0,4           | 3,83              | 0,4           | 4,60      | 0,1           | 36,7      | 0,7           | 6,25      | 0,5           | 3,40      | 0,7           |
| N <sub>1</sub>             | 37,5              | 1,3           | 3,94              | 0,5           | 4,25      | 0,1           | 34,0      | 1,2           | 6,95      | 0,9           | 3,30      | 0,3           |
| N <sub>1</sub> + inhibitor | 38,8              | 0,9           | 4,88              | 0,8           | 3,65      | 0,4           | 30,6      | 0,9           | 7,15      | 0,4           | 3,75      | 0,7           |
| N <sub>2</sub>             | 38,8              | 1,9           | 4,65              | 1,1           | 4,05      | 0,2           | 37,0      | 1,8           | 6,20      | 0,2           | 3,25      | 0,1           |
| N <sub>2</sub> + inhibitor | 41,2 <sup>+</sup> | 0,3           | 5,36              | 1,0           | 3,90      | 0,4           | 31,7      | 0,6           | 6,95      | 0,6           | 3,85      | 0,3           |

<sup>+</sup>  $-P \leq 0,05$

celkového dusíku v sušině nadzemních částí rostlin přihnojených močovinou s přidavkem HACTP svědčí pravděpodobně o snížených ztrátách dusíku volatilizací, a tím i o vytvoření podmínek pro jeho vyšší příjem rostlinami (tab. III). Zvýšený obsah celkového i nitrátového dusíku jsme zjistili také v sušině nadzemních částí rostlin kukuřice, která byla pěstována na parcele hnojené DAM 390 s přidavkem HACTP. Přitom výrazněji byl zvýšen obsah nitrátového dusíku, a to při obou aplikovaných dávkách DAM 390. Současně s tím jsme však u variant s HACTP obdobně jako v nádobovém pokusu zaznamenali snížené hromadění fosforu a draslíku a naopak zvýšené hromadění vápníku a hořčíku, což platí i při porovnání s nehnojenou kontrolou (tab. IV).

Z analýz odebraných vzorků je patrné, že zvýšený obsah minerálního dusíku v povrchové vrstvě ornice byl výrazně ovlivněn v případech, kdy DAM 390 byl aplikován společně s HACTP. Na zvýšeném obsahu minerálního dusíku u těchto variant se podílí jak zvýšení obsahu dusíku amonného, tak i nitrátového (obr. 3). Předpokládáme, že pomalejší hydrolýzou se nejen snižuje volatilizace amoniaku, ale zároveň se vytvářejí příznivější podmínky pro sorpci amonného dusíku v půdě a pro průběh nitrifikace. Při aplikaci hnojiv obsahujících amidický dusík s přidavkem HACTP by bylo možno jejich dávky snížit, aniž by se snížil obsah minerálního dusíku v půdě.

## Literatura

- BOUWMEESTER, R. J. B. — VLEK, P. L. G. — STUMPE, J. M.: Effects of environmental factors on  $\text{NH}_3$  volatilization from a urea — fertilized soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 49, 1985, s. 376 — 381.
- BREMNER, J. M. — DOUGLAS, L. S.: Inhibition of urease activity in soils. *Soil Biol. and Biochem.*, 3, 1971, s. 297 — 307.
- BUNDY, L. G. — OBERLE, S. L.: Evaluation of methods for control of ammonia volatilization from surface — applied urea — containing fertilizers. *J. Fertil. Issues*, 5, 1988, č. 1, s. 24 — 30.
- DOUGLAS, L. A. — BREMNER, J. M.: Extraction and colorimetric determination of urea in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 34, 1970, s. 859 — 862.
- FENN, L. B. — MIYAMOTO, S.: Ammonia loss and associated reactions of urea in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 45, 1981, s. 537 — 540.
- FENN, L. B. — MATOCHA, J. E. — WU, E.: A comparison of calcium carbonate precipitation and pH depression on calcium — reduced ammonia loss from surface applied urea. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 45, 1981a, s. 1128 — 1131.
- FENN, L. B. — TAYLOR, R. M. — MATOCHA, J. E.: Influence of soluble calcium and magnesium on ammonia losses from surface applied nitrogen fertilizer. *Gen. Theor. Soil. Soc. Amer. J.*, 45, 1981b, s. 777 — 781.
- FENN, L. B. — MATOCHA, J. E. — WU, E.: Soil cation exchange capacity effects on ammonia loss from surface — applied urea in the presence of soluble calcium. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 46, 1982, s. 78 — 81.
- FENN, L. B. — HOSSNAR, L. R.: Ammonia volatilization from ammonium or ammonium — forming nitrogen fertilizers. *Adv. Soil Sci.*, 1, 1985, s. 123 — 169.
- FENN, L. B. — RICHARDS, J.: Ammonia loss from surface applied urea — acid products. *Fertil. Res.*, 9, 1986, s. 265 — 275.
- HONZA, J. — MINÁŘ, J. — KOUŘIL, M.: The possibility of utilizing phosphorus (V) oxide triamide and hexamidocyclotriphosphazene as a covalent source of phosphorus and partly of nitrogen for the nutrition of pea plants. *Scr. Fac. Sci. natur. Univ. Purk. Brun.*, Ser. Biol., 17, 1987, č. 3-4, s. 173 — 186.
- HONZA, J. — MINÁŘ, J.: Volatilizace amoniaku po aplikaci dusíkatých hnojiv a možnosti jejího snížení přidavkem hexamidocyclotriřisfázenu (HACTP). *Rostl. Vyr.*, 36, 1990, č. 8, s. 791 — 796.
- HRUBÝ, K. — KONVIČKA, O.: Polní pokusy, jejich zakládání a hodnocení. Olomouc, 1954.
- JAVORSKÝ, P. — FOJTIKOVÁ, D. — KALÁŠ, V. — SCHWARZ, M.: Chemické rozborý v zemědělských laboratořích. 1. díl, MZVŽ ČSR, České Budějovice, 1987.
- KOUŘIL, M. — HONZA, J. — MINÁŘ, J.: The possibility of utilizing phosphorus (V) oxide triamide and hexamidocyclotriphosphazene as a covalent source of phosphorus and/or nitrogen for the nutrition of maize plants. *Scr. Fac. Sci. natur. Univ. Purk. Brun.*, Ser. Biol., 17, 1987, č. 3-4, s. 159 — 172.
- KRYŽANEK, R. — PRUGAR, J. — JIRÁČEK, V.: Urychlené metody určování obsahu N-látek v rostlinném materiálu. *Rostl. Vyr.*, 11, 1965, č. 3, s. 337 — 340.
- LIAO, C. F. H. — RAINES, S. G.: Inhibition of soil urease activity by amino derivatives of phosphoric and thiophosphoric acids. *Pl. and Soil*, 85, 1985, s. 149 — 152.
- MINÁŘ, J. — HONZA, J. — KOUŘIL, M.: The possibility of utilizing potassium cyclotriphosphazene as a covalent source of phosphorus, partly nitrogen and potassium for the nutrition of pea plants. *Scr. Fac. Sci. natur. Univ. Purk. Brun.*, Ser. Biol., 17, 1987, č. 3-4, s. 143 — 158.
- MINÁŘ, J. — HONZA, J. — ZEHNÁLEK, J.: Hexamidocyclotriřisfázén (HACTP) — účinný inhibitor půdní ureázy (v tisku).

NELSON, D. W.: Gaseous losses of nitrogen other than through denitrification. In: STEVENSON, F. J. (ed.): Nitrogen in agricultural soils. Agronomy, 22, 1982, s. 327 – 364.

OBERLE, S. L. – BUNDY, L. G.: Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface – applied to corn (*Zea mays*) and grass pasture (*Dactylis glomerata*). Biol. Fertil. Soils., 4, 1978, s. 185 – 192.

RAPPAPORT, B. D. – AXLEY, J. H.: Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency. Soil. Sci. Soc. Amer. J., 48, 1984, s. 399 – 401.

STUMPE, J. M. – VLEK, P. L. G. – LINDSEY, W. L.: Ammonia volatilization from urea and urea phosphates in calcareous soils. Soil. Sci. Soc. Amer. J., 48, 1984, s. 921 – 927.

STUMPE, J. M. – MONEM, M. A.: Greenhouse evaluation of the effects of topsoil moisture and simulated rainfall on the volatilization of nitrogen from surface applied urea, diammonium phosphate, and potassium nitrate. Fertil. Res., 9, 1986, s. 229 – 239.

TERMAN, G. L.: Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface – applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. Adv. Agron., 31, 1979, s. 189 – 223.

Došlo dne 24. 7. 1989

ZEHNÁLEK, J. – MINÁŘ, J. – HONZA, J. (Agrochemical Enterprise, Vyškov; Masaryk University, Brno): Adding hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP) to the DAM 390 liquid fertilizer to reduce nitrogen losses through volatilization. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 797 – 804.

The marked decrease in ammonia volatilization was gained in joint application of amidic nitrogen with hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP) onto the soil surface. The significantly increased content of mineral nitrogen in the soil, whose surface was dressed with DAM 390 with HACTP, lead to a higher accumulation of nitrogen in the dry matter of above-ground parts of cultivated maize. The results suggest that at application of fertilizers containing amidic nitrogen with HACTP their application rates could be reduced without limitation of nitrogeous nutrition of plants.

soil urease; ammonia volatilization; hexaamidocyclotriphosphazene (HACTP)

ZEHNÁLEK, J. – MINÁŘ, J. – HONZA, J. (Agrochemisches Unternehmen, Vyškov; Masaryk-Universität, Brno): Einschränkung von Verlusten durch Stickstoffverflüchtigung aus DAM 390 mittels Beigabe von Hexaamidozyclophosphasen (HACTP). Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 797 – 804.

Bei der Applikation einer aus Amidstickstoff und Hexaamidozyclophosphasen (HACTP) gemischten Lösung auf die Bodenoberfläche wurde eine markante Herabsetzung der Ammoniakverflüchtigung erzielt. Der nachweisbar erhöhte Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden, auf dessen Oberfläche DAM 390 zusammen mit HACTP appliziert wurde, kam durch eine erhöhte Stickstoffakkumulation in der Trockensubstanz der oberirdischen Teile kultivierter Maispflanzen zum Ausdruck. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß bei Applikation von amidischen Stickstoff mit HACTP enthaltenden Düngemitteln deren Gaben proportional herabgesetzt werden könnten, ohne dabei die Stickstoffernährung der Pflanze zu schmälern.

Bodenurease; Ammoniakverflüchtigung; Hexaamidozyclophosphasen (HACTP)

#### Adresy autorů:

Ing. Josef Z e h n á l e k, CSc., Agrochemický podnik, Vyškov, 684 01 Slavkov u Brna  
Prof. RNDr. Jaroslav M i n á ř, CSc., RNDr. Jaroslav H o n z a, přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno

K. Voplakal

---

VOPLAKAL, K. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha): *Dlouholetý vývoj fosforečného režimu hnědozemní půdy při různých způsobech hnojení*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 805 — 810.

V modelovém stacionárním pokuse na typické hnědozemi bylo ověřeno, že nehnojená sorpčně nasycená půda může při intenzivní agrotechnice udržovat po řadu let prakticky konstantní úroveň jednotlivých faktorů fosforečného režimu, resp. hladinu Egnerova dostupného fosforu mobilizací vlastních potenciálně dostupných fosforečných rezerv. Při intenzivním hnojení průmyslovými hnojivy (NPK) bylo zjištěno, že u zkoumané půdy cca 13 % vneseného fosforu v hnojivu přecházelo do rostlinám dostupných forem. Systematickou aplikací organické hmoty (kompostu) došlo k výrazné mobilizaci části půdní fosforečné zásoby a nárůstu úrovně dostupného fosforu i k ovlivnění jeho režimových charakteristik: bez použití fosforečného hnojiva bylo dosaženo optimálního půdního fosforečného režimu. Na základě profilového sledování režimových ukazatelů bylo ověřeno, že při organickém hnojení část labilnější vázaných fosfátů migruje do podorničí, zatímco při minerálním hnojení bylo ovlivnění podorničí méně výrazné. Organické hnojení má tedy význam i pro příznivější rozdělení dostupného fosforu v půdním profilu.

půdní fosforečný režim; modelový stacionární pokus; sorpčně nasycená půda; dostupný fosfor; režimové faktory půdního fosforu; mobilizace fosforu; migrace fosforu

---

Modelový stacionární pokus na typické hnědozemi byl založen v roce 1967 (v areálu Výzkumné stanice Tupadly VÚZZP Praha) za účelem sledování účinku systematického hnojení vysokými dávkami průmyslových i organických hnojiv a působení klimatických faktorů na vývoj půdních vlastností, mimo jiné na obsah a chování půdního fosforu.

Za období 1967 až 1980 byl podán přehled vývoje profilových změn obsahu totálního fosforu, jeho extrahovatelného podílu, fosforu organicky vázaného a zastoupení jednotlivých fosforečných frakcí (V o p l a k a l, D a m a š k a, 1981). Z výsledků vyplynulo, že sorpčně nasycená půda do značné míry odolává okyselujícímu účinku průmyslového hnojiva (NPK), takže fosfor se v ní váže především jako Ca, Mg-fosfáty, případně jako Al-fosfáty. Ovlivnění frakčního složení půdního fosforu se však převážně omezuje na orniční horizont; pouze při organickém hnojení došlo k významnějšímu ovlivnění skupinového fosforu i v podorničí. Bylo potvrzeno, že aplikace organické hmoty omezuje nežádoucí vazbu fosforu v půdě ve frakci Fe-fosfátu.

Během dalšího vývoje jsou ve výzkumu půdního fosforu hodnoceny především tzv. faktory fosforečného režimu (faktor intenzity, faktor kapacity a sorpční ukazatel), které jsou v přímějším vztahu ke stavu a tvorbě půdní zásoby rostlinám dostupných fosfátů než skupinové složení půdního fosforu. Tyto faktory zároveň citlivěji a pohotověji indikují vliv různých agrotechnických opatření na stav a chování fosforu v půdě. V tomto sdělení předkládáme výsledky systematického sledování účinku obou způsobů hnojení na dlouhodobé vývojové trendy půdní zásoby Egnerova dostupného fosforu a na trendy hodnot faktorů fosforečného režimu. Kromě toho posuzujeme účinek aplikovaných dávek hnojiva na zvýšení obsahu dostupného fosforu a mobilizační účinek zapravovaného organického hnojiva na půdní rezervy potenciálně dostupných forem fosforu.



Hnědozem typická na lokalitě Tupadly, vytvořená na hlinité spraši, má orniční vrstvu hlubokou cca 20 cm (0 – 20 cm), podorničí 15 cm (21 – 35 cm) a iluviální horizont je 30 cm (35 – 60 cm). Lokalita spadá do oblasti mírně teplé, mírně vlhké.

Modelový stacionární pokus představují tři samostatné parcelky o rozměrech 10 x 10 m (s okrajem 14 x 14 m, používaným pro odběr půdních vzorků). Během celé vegetační periody byly půdním vrátkem odebrány půdní vzorky v dekadních intervalech z hloubek: 5 – 15 cm, 20 – 30 cm a 45 – 60 cm. Vzhledem k malé profilové pohyblivosti půdního fosforu a jeho nevýraznému ovlivnění hnojením v hlubších půdních horizontech uvádíme výsledky stanovení pouze v orničním a podorničním horizontu.

Způsoby hnojení jednotlivých parcel stacionárního pokusu:

- A – nehnojená parcela (0);
- B – minerálně hnojená (NPK) – roční dávka čistých živin ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ): 207(N), 281(K), 132(Ca), 149(P);
- C – organicky hnojená (org) – 21 t organické sušiny (kompost) na 1 ha odpovídají roční dávce živin ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ): 85(N), 471(K), 1414(Ca), 15(N).

V pravidelném opakování čtyřletých osevních sledů byly na parcelách stacionárního pokusu vždy dva roky po sobě pěstovány brambory, dva roky pšenice ke srovnání vlivu různých klimatických podmínek na tutéž plodinu. K výzkumu režimu půdního fosforu bylo použito těchto stanovení:

- obsahu rostlinám dostupného fosforu (Egner et al., 1938);
- faktoru intenzity FI (Aslyng, 1954);
- faktory kapacity FQ (Amer et al., 1955);
- sorpčního indexu SI (Bache, Williams, 1971).

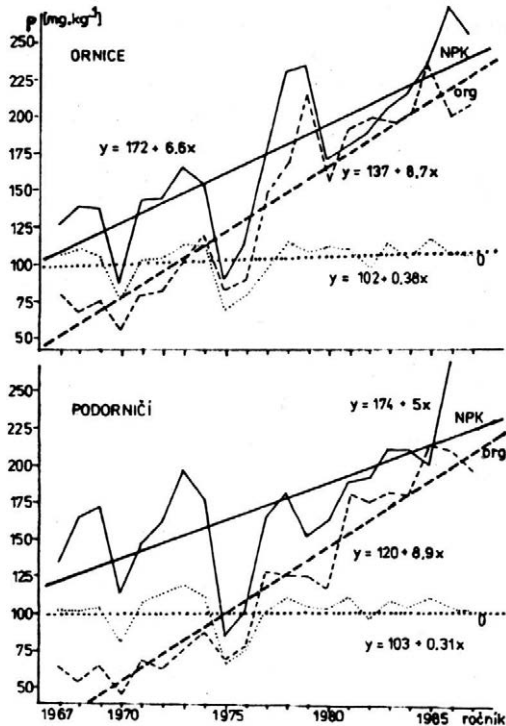
## VÝSLEDKY A DISKUSE

Na nehnojené kontrolní parcele v důsledku odběru fosforu pěstovanými rostlinami dochází k postupnému snižování jeho celkové půdní zásoby (totálního fosforu), resp. jeho potenciálně mobilizovaného podílu (Voplačka, Hudcová, 1980). Snižování obsahu fosforu nastává především na úkor těch frakcí, jež jsou zdrojem zásoby fosforu rostlinám dostupného, tj. z fosfátů vápníku první a druhé kategorie frakcionačního postupu (Ginzburgová, Lebeděva, 1971) a dále i z frakce Al-fosfátů (Voplačka, Damaška, 1981). V průběhu pokusu dochází i k postupnému snižování výnosů zemědělských plodin: vyjádříme-li závislost snižování výnosů ( $y$ ) na čase ( $x$ ), pak z trendových rovnic pro brambory ( $y = 24,04 - 0,95x$ ) a pro pšenici ( $y = 3,21 - 0,06x$ ) zjišťujeme, že časový úbytek výnosů pšenice je pozvolnější (Sirový et al., 1988).

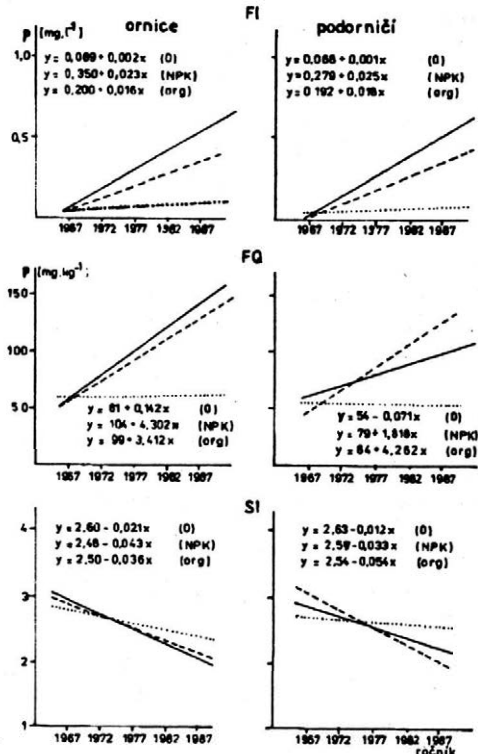
Z obr. 1, který znázorňuje kolísání půdní zásoby Egnerova rostlinám dostupného fosforu v jednotlivých letech trvání pokusu a graficky vyjadřuje průběh lineárního časového trendu (včetně příslušných rovnic), zjišťujeme, že nedochází k výraznému snižování jeho obsahu v půdě; z výsledků sledování vyplývá, že se hladina půdního dostupného fosforu v podmínkách zkoumané hnědozemě v průběhu pokusu prakticky stabilizovala (v obou sledovaných půdních vrstvách), i když odběr fosforu nebyl pěstovanými rostlinami hnojením kompenzován. Dokonce byl zaznamenán nevýrazný nárůst úrovně dostupného fosforu ve vzorcích odebíraných v posklizňových dekadách v posledních letech trvání pokusu ve srovnání s výchozím stavem.

Z výsledků sledování faktorů fosforečného režimu a jejich vývojových tendencí (obr. 2) je zřejmé, že si sorpčně nasycená hnědozem po dlouhou dobu uchovává schopnost udržovat rovnovážnou koncentraci fosforu v půdní kapalně fázi (neklesající časový průběh hodnot faktoru intenzity FI), resp. doplňovat úbytek pohyblivých forem fosforu odebraného pokusnými rostlinami; trend hodnot faktoru kapacity FQ vykazuje v ornici nepatrný nárůst (cca o 4 % na konci sledovaného období vzhledem k iniciálním hodnotám), zatímco v podorničí byl zjištěn téměř nevýrazný pokles FQ-hodnot. V obou případech je však možno konstatovat, že fosforečná mobilizační kapacita hnědozemní půdy v Tupadlech je neobyčejně vysoká a že tato zdravá půda v podmínkách intenzivní agrotechniky dokáže zpřístupňovat značné podíly potenciálně dostupných fosforečných rezerv pro krytí potřeby pěstovaných rostlin.

Sorpční režimový ukazatel SI má v obou zkoumaných půdních vrstvách nehnojené parcely mírně sestupný trend (v ornici je časový úbytek SI-hodnot o něco výraznější než



1. Dlouhodobý vývoj obsahu přijatelného fosforu P (Egner) na parcelách 0; NPK; org, vyjádřený přímkovými trendy (ExSt Tupadly, 1967 až 1987) - Long-continued development of available phosphorus content (Egner) at 0; NPK; org plots, expressed by straight line trends (ExSt Tupadly, 1967 až 1987)



2. Dlouhodobé změny režimových faktorů půdního fosforu (FI, FQ, SI), vyjádřené přímkovými trendy (ExSt Tupadly, 1967 až 1987) - Long-continued changes of regime factors in soil phosphorus (FI, FQ, SI), expressed by straight line trends (ExSt Tupadly, 1967 až 1987)

v podorníči). Je tedy přibližně v inverzním vztahu k časovému vývoji hodnot kapacitního ukazatele FQ. Z výsledků SI-hodnot je patrné, že ani sorpční nasycenost nehněné půdy pohyblivými formami fosforu se v průběhu pokusu nesnižovala. Ze srovnání koeficientů trendových rovnic FQ a SI vyplývá, že mobilizace fosforečných rezerv probíhala v ornici o něco intenzivněji než v podorníči; svědčí o tom i o něco nižší násobné trendové koeficienty zásoby dostupného fosforu v podorníči než v ornici (obr. 1).

Vývojové trendy zásoby rostlinám dostupného fosforu i režimových faktorů mají (kromě SI-hodnot) v podmínkách obou způsobů hnojení výrazně vzestupný charakter: roční přírůstky vyjádřené násobným koeficientem trendových rovnic mají řádově vyšší hodnoty než u parcely nehněné. Znamená to, že intenzivním hnojením bylo do půdy vneseno značně více fosforu než činila spotřeba pěstovanými rostlinami (obr. 1 a 2). Odpovídající nárůst celkového obsahu fosforu a ovlivnění jeho frakčního složení v důsledku obou způsobů hnojení byl popsán v již citované práci (V o p l a k a l, D a m a š k a, 1981).

Při minerálním hnojení (NPK) bylo do půdy celkově dodáno 3124 kg P v přepočtu na 1 ha. Výsledkem byl celkový nárůst dostupného fosforu o 132 mg P v 1 kg půdy. Je tedy možno vypočítat, že podíl v hnojivu vneseného fosforu na nárůstu fosforu dostupného činil cca 12,7 %. Závislost obsahu dostupného fosforu v mg P.kg<sup>-1</sup> půdy (= y) na dávce fosforu v hnojivu NPK aplikované na 1 ha (= x) vyjadřuje regresní rovnice y =

=  $108 + 0,043x$  ( $r_{xy} = 0,813$ ). Při každoroční dávce cca  $150 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$  po dobu 21 let bylo zapotřebí k zvýšení zásoby fosforu dostupného o  $1 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$  aplikace  $23,3 \text{ kg P}$  na  $1 \text{ ha}$ , což je poměrně mnoho ve srovnání s literárními údaji (B a i e r, 1979).

Intenzivním minerálním hnojením dochází k výraznému ovlivnění ukazatelů fosforečného režimu (obr. 2); nárůst hodnot kapacitního faktoru v ornici činil cca 140 % za dvě desetiletí trvání pokusu — za stejnou dobu vzrostl obsah Egnerova dostupného fosforu o cca 120 %. Faktor intenzity FI dosahuje hodnot nad  $0,7 \text{ mg P} \cdot \text{l}^{-1}$  a hodnoty sorpčního indexu SI se v ornici postupně snižují až k hodnotě 2,0. Co se týká hraničních čísel jednotlivých režimových ukazatelů pro komplexní hodnocení půdního fosforečného režimu (D a m a š k a, 1985), bylo intenzivním minerálním hnojením postupně dosaženo všestranně optimální kategorie, tj. velmi příznivého fosforečného režimu. Nárůst hodnot ukazatelů fosforečného režimu i obsahu dostupného fosforu byl při minerálním hnojení v podorniči méně výrazný než v ornici (v důsledku omezené pohyblivosti fosforu v půdě).

V podmínkách organického hnojení (org) mají trendové koeficienty vyjadřující časový přírůstek dostupného fosforu ještě vyšší hodnoty než u systematického hnojení minerálního (obr. 1), i když celkové množství fosforu vneseného do půdy v kompostu za sledované období je ve srovnání s dávkou fosforu vnesenou v NPK-hnojivu cca desetkrát menší (činí jen  $318 \text{ kg P}$  v přepočtu na  $1 \text{ ha}$ ) a je dokonce značně nižší než aplikací kompostu vyvolaný nárůst dostupného fosforu: dávce  $1 \text{ g}$  fosforu obsaženého v příslušném množství kompostu odpovídá zvýšení hladiny dostupného fosforu o  $1,64 \text{ g}$ . Z toho vyplývá, že v důsledku aplikace organické hmoty nastává výrazná mobilizace půdního fosforu z tzv. potenciálně mobilizovatelné půdní rezervy, která pak kryje podstatnou část přírůstku rostlinám dostupného půdního fosforu. Již dříve jsme ověřili, že i krátkodobá inkubace půdy s lehce rozložitelnými, fosfor neobsahujícími organickými látkami pozitivně ovlivňovala ukazatele fosforečného režimu a vyvolávala průkazné zvýšení obsahu dostupného fosforu (V o p l a k a l, S i r o v ý, 1986). Mobilizační účinek do půdy zapraveného organického hnojiva na určité formy půdního fosforu má tedy pro zvýšení účinnosti fosforečného hnojení zásadní význam (I z e v s k a j a, 1977; P r a t t, L a a g, 1981 aj.).

Závislost zvyšování hladiny dostupného fosforu v  $\text{mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$  půdy ( $= y$ ) na dávce do půdy zapravené organické hmoty v  $t$  na  $1 \text{ ha}$  ( $= x$ ) vyjadřuje rovnice:  $y = 49,7 + 0,402x$  ( $r_{xy} = 0,926$ ). Lze vypočítat, že v průběhu pokusu při každoroční dávce  $21 t$  organické sloučeniny na  $1 \text{ ha}$  se dávka  $2,5 t$  organické sušiny na  $1 \text{ ha}$  promítla ve zvýšení obsahu dostupného fosforu o  $1 \text{ mg P} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Účinek organického hnojení dokumentují i vývojové trendy jednotlivých faktorů fosforečného režimu (obr. 2): faktor intenzity FI svým vysokým nárůstovým koeficientem charakterizuje vysokou intenzitu přechodu (uvolňování) fosforu do nejpohotovějších, rostlinám nejpřijatelnějších forem, případně do kapalné půdní fáze. Nárůst hodnot kapacitního ukazatele FQ činí za sledované období více než dvojnásobek výchozího stavu a je v orničním horizontu prakticky stejně vysoký jako při hnojení minerálním. Podobně i pokles SI-hodnot má u obou rozdílně hnojených parcel téměř shodný průběh. Je zřejmé, že postupné nasycování fosforečné sorpční kapacity zkoumané hnědozemní půdy může probíhat s téměř stejnou intenzitou mobilními formami fosforu jak z aplikovaného průmyslového hnojiva (typu superfosfátu), tak i z vlastní rezervy — fosfáty mobilizovanými účinkem aplikované organické hmoty.

Zajímavé je, že koeficienty lineárních trendových rovnic pro faktor kapacity i pro sorpční index mají vyšší absolutní hodnotu v podorniči než v ornici — časový nárůst FQ-hodnot, resp. časový úbytek SI-hodnot je při organickém hnojení v podorniči výraznější. Kromě toho, srovnáme-li vývojové trendy ukazatelů sorpce a kapacity pro jednotlivé způsoby hnojení, zjistíme, že v podorniči je v podmínkách organického hnojení strmější časový průběh než při hnojení minerálním. Z těchto výsledků by bylo možno usuzovat, že při organickém hnojení dochází v podorniči k intenzivnějšímu nárůstu obsahu mobilních forem fosforu než v ornici. Nabízí se však i jiné vysvětlení:

v podmínkách aplikace organických látek dochází k uplatnění humátového efektu, resp. k určitému posunu labilnější poutaných složek půdního fosforu (z nichž podstatná část se uvolnila z půdní zásoby účinkem mobilizačního působení aplikovaného kompostu) z ornice do podorniči (V o p l a k a l, 1985). Obohacení podorničního horizontu rostlinám dostupnými formami fosforu při organickém hnojení vytváří výhodnější podmínky pro jeho odběr hlubšími rostlinnými kořeny.

## Literatura

- AMER, F. — BOULDIN, D. R. — BLACK, C. A. — DUKE, F. R.: Characterisation of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and  $P^{32}$  equilibration. *Pl. and Soil*, 6, 1955, s. 45 — 52.
- ASLYNG, H. C.: The lime and phosphate potential of soils, the solubility and availability of phosphates. *Roy. Veter. and Agric. Coll., Denmark, Yearbook*, 1954, s. 1 — 50.
- BAIER, J.: Soustava hnojení polních plodin. Praha, SZN 1979.
- BACHE, B. W. — WILLIAMS, E. G.: A phosphate sorption index for soils. *J. Soil Sci.*, 22, 1971, s. 289 — 301.
- DAMAŠKA, J.: Metodické zásady testování agronomické účinnosti agromelioračních opatření. *Met. MZVŽ ČSR II*, ÚVTIZ, 1985.
- EGNER, H. — KÖHLER, G. — NYDDAHL, F.: Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. *K. Landbr. — Högsk. Ann.*, 1938, s. 6 — 15.
- GINZBURG, K. E. — LEBEDĚVA, L. S.: Metodika opredělenija mineralnych form fosfatov počvy. *Agrochimija*, 1, 1971, s. 125 — 175.
- IZEVSKAJA, J. M.: Vlivanie navoza na effektivnosť vozzrastajuščich doz mineralnych udobrenij. *Dokl. Timirjaz. sel.-choz. Akad.*, 229, 1977, s. 40 — 42.
- PRATT, P. F. — LAAG, A. E.: Effect of manure and irrigation on sodium bicarbonate extractable phosphorus. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 45, 1981, č. 5, s. 887 — 888.
- SIROVÝ, V. — DAMAŠKA, J. — VOPLAKAL, K. et al.: Vymezení podmínek a faktorů ovlivňujících chemismus sledovaných stanovišť a jejich produkční potenciál. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZZP 1988.
- VOPLAKAL, K. — HUDCOVA, O. — FÜRST, Z.: Procesy přeměn a migrace P a K v zemědělských půdách v podmínkách intenzivního hnojení. [Výzkumná zpráva.] Praha-Ruzyně, VÚRV 1980.
- VOPLAKAL, K. — DAMAŠKA, J.: The effect of systematic fertilization on the profile changes in soil phosphates. *Trans. V<sup>th</sup> int. Soil Sci. Conf. Praha*, 1, 1981, s. 212 — 215.
- VOPLAKAL, K.: Účinek aplikace lehce rozložitelných organických látek na chování půdního fosforu. In: *Věd. Práce VÚZZP Praha*, 2, 1985, s. 42 — 46.
- VOPLAKAL, K. — SIROVÝ, V.: Účinek krátkodobé inkubace půdy s některými organickými látkami na mobilitu půdního fosforu. In: *Věd. Práce VÚZZP Praha*, 4, 1986, s. 93 — 97.

Došlo dne 28. 8. 1989

VOPLAKAL, K. (Research Institute for Soil Improvement, Praha): *Long-continued development of phosphorus regime of brown soil at different fertilization*. *Rostl. Výr.*, 36, 1990 (8): 805 — 810.

In a model stationary trial performed on the typical brown soil it was confirmed that unfertilized sorption-saturated soil, treated by intensive cultural practices, may keep for many years a practically constant level of individual factors of phosphorus regime or a constant level of Egner's available phosphorus, by mobilization of its own potentially available phosphorus reserves. In intensive commercial NPK fertilizer application, it was found that in the observed soil ca 13 % of the applied fertilizer phosphorus was transferred to the plants in available forms. Systematic application of organic matter (compost) led to a marked mobilization of part of the soil phosphorus reserve and to an increase in the level of available phosphorus, and the characteristics of the regime were influenced: without application of phosphorus fertilizer an optimum soil phosphorus regime was achieved. On the basis of profile investigation of the regime parameters it was confirmed that at application of organic manure part of the less constantly bound phosphates migrate to the subsoil, whereas at mineral fertilization the subsoil was affected less significantly. Organic fertilization has its meaning also for more favourable distribution of available phosphorus in the soil profile.

soil phosphorus regime; model stable trial; sorption-saturated soil; available phosphorus; regime factors of soil phosphorus; phosphorus mobilization; phosphorus migration

VOPLAKAL, K. (Forschungsinstitut für Bodenfruchtbarkeit, Praha): *Langzeitentwicklung des Phosphorhaushalts von Braunerde bei verschiedenen Düngungsverfahren*. *Rostl. Výr.*, 36, 1990 (8): 805 — 810.

In einem stationären Modellversuch auf typischer Braunerde wurde nachgewiesen, daß ungedüngter, sorptionsgesättigter Boden bei intensiver Agrotechnik lange Jahre hindurch ein praktisch konstantes Niveau der einzelnen Faktoren des Phosphorhaushalts, bzw. das Niveau des Egners verfügbaren Phosphors, durch Mobilisierung eigener potentiell verfügbarer Phosphorreserven, aufrechterhalten kann.

Bei intensiver Düngung mit Mineraldüngern (NPK) stellte sich heraus, daß in dem untersuchten Boden etwa 13 % des im Dünger eingebrachten Phosphors in für die Pflanzen erreichbare Formen übergingen. Durch systematische Applikation organischer Masse (Kompost) kam es zu einer markanten Mobilisation eines Teils des Bodenphosphorvorrats und zu einem Anstieg des Niveaus des verfügbaren Phosphors sowie zu einer Beeinflussung seiner Regimecharakteristiken: ohne Anwendung von Phosphordünger wurde ein optimaler Bodenphosphorhaushalt erreicht. Aufgrund einer Profiluntersuchung der Regimeparameter wurde bestätigt, daß bei der organischen Düngung ein Teil der labiler gebundenen Phosphate in die Krumenbasis abwandert, während bei der Mineraldüngung die Beeinflussung der Krumenbasis weniger ausgeprägt war. Die organische Düngung hat daher auch für eine günstigere Verteilung des verfügbaren Phosphors im Bodenprofil ihre Bedeutung.

Bodenphosphorhaushalt; stationärer Modellversuch; sorptionsgesättigter Boden; verfügbarer Phosphor; Regimefaktoren des Bodenphosphors; Phosphormobilisation; Phosphormigration

---

*Adresa autora:*

Ing. Karel V o p l a k a l, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Bažantní 697, 165 00 Praha 6 — Suchbát

---



J. Damaška, J. Kaštil

DAMAŠKA, J. — KAŠTIL, J. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha; Koordinační útvar odborných služeb, Žamberk): *Bilance minerálních živin v okrese Ústí nad Orlicí*. Rostl. Vyr., 36, 1990 (8) : 811 — 818.

Po dobu čtyř let (1985 až 1988) byly v měsíčních intervalech sledovány změny v chemismu vod a odtoku vody z území okresu Ústí nad Orlicí. Pomocí sítě srážkoměrných a lyzimetrických stanic byly zjišťovány údaje o množství srážkové vody a jejím průsaku půdou. V pravidelných intervalech probíhaly chemické rozborů vody z vodních toků, srážek a lyzimetrických infiltrátů, každoročně pak rozborů rostlin z lyzimetrických a maloparcelových pokusů. Průběžně byly evidovány údaje o množství aplikovaných hnojiv a vápenato-hořečnatých hmot v celookresním měřítku. Na podkladě získaných experimentálních a statistických dat byla vypracována celookresní bilance živin, dokumentující mírně pozitivní bilanci N, P, K a S, resp. negativní pro Ca, Mg a Cl. Vysoké ztráty živin odtokem ukazují na značné rezervy procesu intenzifikace rostlinné výroby v rámci okresu. Z relativního vyjádření vztahu jednotlivých bilančních položek vyplývá, že ze zemědělské půdy se do vodních toků dostávají především N, Mg, S a Cl, kdežto přebytky P a K zůstávají v větší části fixovány půdou. Kromě N pochází pak podstatnější část živin ve vodních tocích z nezemědělských zdrojů.

vodní toky; srážky; lyzimetry; vymývání živin; odčerpání živin; ztráty živin; bilance vody; bilance živin

Současná kritická situace stavu našeho životního prostředí vyžaduje od všech odvětví národního hospodářství realizovat jen takové výrobní postupy a technologie, které nebudou dále zhoršovat kvalitu jeho složek. Tento požadavek je v plné míře opodstatněný v zemědělství, které je do značné míry odpovědné za narušování ekologické rovnováhy v krajinném prostředí.

Jako jedna z hlavních příčin negativního ovlivnění životního prostředí je nejčastěji uváděna narůstající spotřeba průmyslových hnojiv, zejména dusíkatých, kterým je přisuzován rozhodující podíl na znečištění vodních toků a zdrojů. Ne vždy si však uvědomujeme, že vymývání živin ze zemědělské půdy a jejich odnos vodními toky představuje současně i hlavní ztrátovou položku v celkové bilanci rostlinných živin, která musí být kompenzována zvýšenými dodávkami hnojiv a vápenato-hořečnatých hmot. Omezování těchto ztrát na únosné minimum je proto třeba chápat nejen jako pozitivní směr v regulaci ekosystémů, ale i jako významnou rezervu intenzifikačního procesu v rostlinné výrobě.

O tom, že odnos živin vodními toky představuje značný ekonomický deficit, hovoří výsledky dlouhodobého sledování chemismu vod odtékajících z povodí našeho hlavního toku Labe na česko-saské hranici. Pro porovnání uvádíme některé údaje bezprostředně z poválečného období (1946 až 1947), kdy hnojení průmyslovými hnojivy včetně vápnění bylo na minimální úrovni (Duchovní, 1948), a z let 1985 až 1988 (Zavadil, 1990), kdy naopak chemizace našeho zemědělství dosáhla prakticky svého vrcholu (tab. I).

Přibližně za stejný časový úsek můžeme na základě analytických charakteristik (Sekerá, 1946; Zavadil, 1990) sledovat i vývoj chemického zatížení vody dolního toku Labe (tab. II). Uvedené údaje přesvědčivě dokumentují nejen podstatné zhoršení chemismu labské vody, ale i výrazný nárůst exportu živin z našeho území za posledních 40 až 45 let.

I. Průměrné roční odnosy živin (solí) z povodí Labe mimo území ČR (tis. t.rok<sup>-1</sup>) — Average yearly ablations of nutrients (salts) from the Labe river basin out of the territory of the Czech Republic (thousand of per year)

| Období (autor)                 | N<br>- NO <sub>3</sub> , - NH <sub>4</sub> | P<br>celkový | S - SO <sub>4</sub> | Cl  | K  | Na  | Mg  | Ca  | Minerální sole<br>(mil. t) |
|--------------------------------|--------------------------------------------|--------------|---------------------|-----|----|-----|-----|-----|----------------------------|
| 1946 – 1947<br>(Duchon, 1948)  | 34                                         | 1,5          | 116                 | 83  | 42 | 51  | 29  | 193 | 1,6 – 1,8                  |
| 1985 - 1988<br>(Zavadil, 1990) | 73                                         | 9,3          | 510                 | 348 | 92 | 348 | 116 | 673 | 2,7 – 4,8                  |

II. Průměrné chemické složení vody dolního toku Labe (mg.l<sup>-1</sup>) — Average chemical composition of water of the lower flow of the Labe river (mg per l)

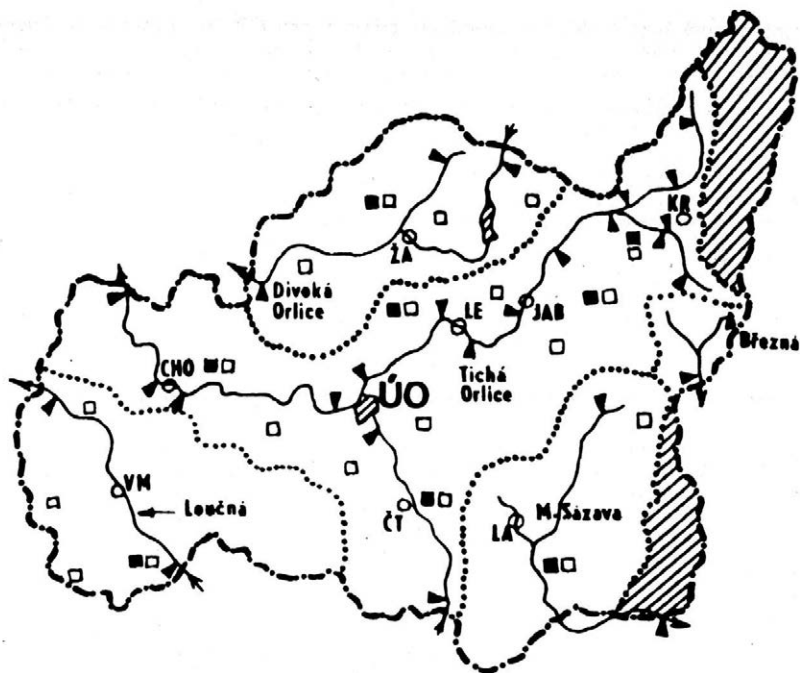
| Rok (autor)             | N<br>- NO <sub>3</sub> , - NH <sub>4</sub> | S - SO <sub>4</sub> | Cl | K | Na | Mg | Ca | Minerální sole |
|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------|----|---|----|----|----|----------------|
| 1945<br>(Sekerka, 1946) | 5                                          | 8                   | 9  | 5 | 5  | 4  | 29 | 158 – 182      |
| 1988<br>(Zavadil, 1990) | 6,3                                        | 66                  | 40 | 8 | 30 | 10 | 36 | 223 – 413      |

Maximální zvýšení (6,8 – 6,2x) vykazují Na, Cl a P, dále S, Mg a Ca (4,4 – 3,5x) a minimální K a N (2,2 – 2,1x); celkový podíl vodorozpustných minerálních solí se zvýšil 1,7 až 3x. Poněkud překvapující je zjištění relativně malých změn odnosových i koncentračních parametrů vodorozpustných forem N, odrážející zřejmě převažující charakter ovlivnění ovzdušných srážek emisemi NO<sub>x</sub> a NH<sub>3</sub> a jen v menší míře uplatnění N vymytého z půdního prostředí. Naproti tomu enormní zvýšení hodnot Na, Cl a P lze z větší části připsat na konto nezemědělských, zejména průmyslových a komunálních zdrojů. V každém případě je však zřejmé, že nárůst ztrát hlavních rostlinných živin (N, P, K, Mg a Ca) zdaleka neodpovídá uváděnému 20násobnému zvýšení spotřeby průmyslových, resp. až 30násobnému zvýšení N-hnojiv za porovnávané období (Moldan, 1990).

Z výše uvedeného logicky vyplývá naléhavost řešení problému nejen z hlediska eliminace ekologicky rizikových dopadů na kvalitu vodních toků a zdrojů, ale i s ohledem na nezbytnost maximálního omezení ztrát živin ze zemědělsky využívané půdy (Damaška, 1985). Tímto směrem by se proto měly orientovat i další výzkumné práce zahrnující monitorování chemismu povrchových vod pro potřeby systematického sledování bilance živin v rámci povodí vodních toků, resp. administrativních celků. Jako příkladné řešení tohoto problému uvádíme výsledky čtyřletého sledování bilance vody a živin na území okresu Ústí nad Orlicí, dokumentující zejména významné rezervy v racionalizaci současných způsobů hnojení a vápnění. Z hlediska dalšího rozvoje půdní úrodnosti představuje průběžné sledování především ztrátových položek bilance živin určitou výstupní kontrolu efektivnosti celého systému hospodaření na zemědělské půdě okresu.

## MATERIÁL A METODA

Území okresu Ústí nad Orlicí o rozloze 1256 km<sup>2</sup> spadá větší částí do mírně teplé (6 až 7°C), mírně vlhké (800 až 1000 mm srážek) oblastí. Pramení zde řeky Tichá Orlice, Morava, Moravská Sázava a řada



1. Schéma monitorovací sítě na území okresu Ústí nad Orlicí - Diagram of monitoring network in the territory of the Ústí nad Orlicí district

- srážkoměrná stanice - precipitation measuring station
- lyzimetrické stanice a maloparcelové pokusy - lysimetric stations and microplot trials
- ▲ měrná a odběrová místa ve vodních tocích - measuring and sampling places in water flows
- ..... hranice povodí řek - boundaries of water basins
- městské a průmyslové aglomerace - urban and industrial agglomerations
- ÚO - Ústí nad Orlicí      ŽA - Žamberk
- CHO - Choceň      LE - Letohrad
- VM - Vysoké Mýto      JAB - Jablonné nad Orlicí
- ČT - Česká Třebová      KR - Králupy

menších toků, které se do uvedených řek vlévají. K hlavním tokům patří rovněž Divoká Orlice, která jako hraniční řeka přitéká z Polska, a Loučná, pramenící v okrese Chrudim.

Okres má vysoce rozvinutou průmyslovou základnu se zaměřením na strojírenství (Karosa, Vysoké Mýto; Orličan, Choceň; ZEZ, Žamberk; Tesla, Lanškroun aj.) a textilní průmysl (Elitex, Ústí nad Orlicí; Perla, Králupy aj.). Tyto velké podniky se značnou měrou podílejí na znečišťování ovzduší i vodních toků.

Úroveň zemědělské výroby patří okres Ústí nad Orlicí mezi nejpřednější okresy v celé ČSFR. Na výměře 67 760 ha zemědělské půdy hospodaří v současné době 18 zemědělských družstev a tři státní statky. Zemědělství okresu prošlo v posledních 20 letech významnými kvalitativními změnami, které pozitivně ovlivnily vzestup produkce i úspory lidské práce, avšak na druhé straně byly zaznamenány i negativní dopady zemědělské velkovýroby na půdní úrodnost i životní prostředí. Základní úkoly a cíle na úseku péče o životní prostředí jsou zakotveny v tzv. Ekoprogramu okresu Ústí nad Orlicí, který do roku 2000 předpokládá podstatné zlepšení kvality životního prostředí, zejména vybudováním čistíren odpadních vod ve městech Ústí nad Orlicí, Vysoké Mýto a Lanškroun.

Experimentální řešení výzkumného problému spočívalo v systematickém sledování a evidenci jednotlivých položek celokrovné bilance vody a živin v letech 1985 až 1988. Celoroční množství srážkové vody ( $m^3$ ) bylo stanoveno na základě údajů 20 srážkoměrných stanic rozmístěných v typicky půdně-ekologických podmínkách okresu.

Odběry srážkové vody pro chemické rozborů byly prováděny pomocí ombrografů, přičemž k analýze byly použity průměrné vzorky odpovídající vždy 50 mm srážek. Laboratorně byly stanoveny obsahy N -  $NO_3$ , N -  $NH_4$ , K, Ca, S -  $SO_4$  a Cl. Roční průsaky srážkové vody půdou ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) byly zjištěny pomocí lyzimetrů rozmístěných na osmi vybraných lokalitách (podle povodí) v rámci okresu. V lyzimetrických vodách, odebíraných zpravidla v jarním - předseťovém a v podzimním - posklizňovém období, byl analyticky

|                                                                                             |                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Celkový příkon vodních srážek na území okresu                                               | 952 977 080 m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup> (100 %)  |
| Odtok vody ve vodních tocích z území okresu                                                 | 490 928 960 m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup> (51,4 %) |
| Průsak srážkové vody půdou (podpovrchový odtok a syčení půdní zásoby vody a podzemních vod) | 230 059 448 m <sup>3</sup> .rok <sup>-1</sup> (24 %)   |

IV. Průměrná roční množství živin (t) aplikovaná na zemědělskou půdu okresu Ústí nad Orlicí v letech 1985 – 1988 – Average yearly amount of nutrients (t) applied in the soil of the Ústí nad Orlicí district in 1985 – 1988

| Zdroje živin                             | N                    | P    | K    | Mg   | Ca    | S     | Cl   |
|------------------------------------------|----------------------|------|------|------|-------|-------|------|
|                                          | t. rok <sup>-1</sup> |      |      |      |       |       |      |
| Průmyslová hnojiva (včetně Ca + Mg-hmot) | 6781                 | 2336 | 4369 | 2902 | 25554 | 2503  | 3459 |
| Organická hnojiva (včetně kejdy)         | 3019                 | 663  | 2870 | 348  | 1574  | 229   | 998  |
| Srážky                                   | 1910                 | —    | 365  | —    | 984   | 8648  | 1421 |
| Celkem ( $\bar{x}$ 4 let)                | 11710                | 2999 | 7604 | 3250 | 28112 | 11380 | 5878 |

stanoven obsah N – NO<sub>3</sub>, N – NH<sub>4</sub>, P – PO<sub>4</sub>, K, Mg, Ca, S – SO<sub>4</sub> a Cl; výsledky byly přepočítány na množství prvků v kg.ha<sup>-1</sup> (D a m a š k a, 1982).

Sledování hydrologických poměrů a chemismu vod ve vodních tocích probíhalo na 24 měrných stanovištích, avšak pro hodnocení odnosu živin z území okresu byly použity jen údaje charakterizující vstupy a výstupy řek na hranicích okresu (obr. 1). Měření průtoku vody zajišťoval v měsíčních intervalech ČHMÚ, pobočka v Hradci Králové; roční odtok vody z území okresu (m<sup>3</sup>.rok<sup>-1</sup>) byl stanoven jako suma měsíčních průtokových hodnot z jednotlivých vodních toků. Ve stejných intervalech byly odebrány vzorky vody pro chemickou analýzu na stanovení obsahu N – NO<sub>3</sub>, N – NH<sub>4</sub>, P – PO<sub>4</sub>, K, Mg, Ca, S – SO<sub>4</sub> a Cl. Všechny chemické rozborů zajišťovala ZOI, Koordinačního útvaru odborných služeb v Žamberku. S ohledem na průtokové údaje byl propočítán odnos jednotlivých prvků z území povodí a okresu (t.rok<sup>-1</sup>).

Kromě výše uvedených ukazatelů byly evidovány celookresní údaje o množství živin aplikovaných v průmyslových (včetně vápenato-hořečnatých) a organických hnojivech a o celkové produkci rostlinné výroby. Množství rostlinami odčerpaných živin bylo stanoveno propočtem na základě rozborů pokusných rostlin (z maloparcelových a lyzimetrických pokusů), resp. s použitím normativních údajů o průměrném obsahu živin v zemědělských plodinách (N e u b e r g a kol., 1990).

Výsledná bilanční úvaha byla založena na porovnání ztrátových položek (odnos živin vodními toky, vymyté a odčerpané živiny) k celkovému množství dodaných živin na zemědělskou půdu (průmyslová a organická hnojiva, vápenato-hořečnaté hmoty a srážky). Jejich relativní vyjádření poskytuje informaci o pozitivním, resp. negativním charakteru bilance jednotlivých prvků na území okresu Ústí nad Orlicí. S ohledem na poměrně nízkou variabilitu ročníkových ukazatelů jsou dále dokumentovány jen střední hodnoty ( $\bar{x}$ ) za čtyřleté (1985 až 1988) období sledování.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Na základě údaje o průměrných ročních srážkách v rámci sledovaných povodí byl vypočten celkový příkon srážkové vody na území okresu. Obdobně s přihlédnutím k průměrným průtokům vody v hlavních vodních tocích (po odečtení přítoku vody v Divoké Orlici a Loučné) byl stanoven celkový roční objem odtoku vody z území okresu. Stejně tak byly transformovány i výsledky měření průsaku srážkové vody v lyzimetrech (tab. III).

V. Bilance rostlinných živin v rámci okresu Ústí nad Orlicí (průměrné roční hodnoty za období 1985 až 1988) – Balance of plant nutrients in the Ústí nad Orlicí district (average yearly values for the years 1985-1988)

| Bilanční položky rostlinných živin (t.rok <sup>-1</sup> ) |                                      |       |      |      |      |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Označení                                                  | vstupy (A) výstupy (B, C, D)         | N     | P    | K    | Mg   | Ca    | S     | Cl    |
| A                                                         | průmyslová-organická hnojiva, srážky | 11710 | 2999 | 7604 | 3250 | 28112 | 11380 | 5878  |
| B                                                         | odnos vodními toky                   | 3016  | 150  | 2231 | 2658 | 27844 | 9581  | 9586  |
| C                                                         | vymývání z půdy                      | 2115  | 23   | 598  | 1582 | 8808  | 4212  | 1070  |
| D                                                         | odčerpání rostlinami                 | 6896  | 989  | 5316 | 730  | 1772  | 340   | 1247  |
| Relativní vztahy bilančních položek (podíly v %)          |                                      |       |      |      |      |       |       |       |
| B : A                                                     | odnos : aplikované živiny            | 26    | 5    | 29   | 82   | 99    | 84    | 163   |
| C : A                                                     | promyv : aplikované živiny           | 18    | 1    | 8    | 49   | 31    | 37    | 18    |
| D : A                                                     | odčerpání : aplikované živiny        | 59    | 33   | 70   | 23   | 6     | 3     | 21    |
| C : B                                                     | promyv : odnos živin                 | 70    | 15   | 27   | 60   | 32    | 37    | 11    |
| Výsledná bilance rostlinných živin                        |                                      |       |      |      |      |       |       |       |
| A-(B+D)                                                   | bilanční rozdíl t.rok <sup>-1</sup>  | 1798  | 1860 | 57   | -138 | -1504 | 1459  | -4955 |
|                                                           | %                                    | 15    | 62   | 1    | -104 | -105  | 87    | -184  |

Z údajů je patrné, že z území okresu Ústí nad Orlicí odtéká každoročně cca 51 % srážkové vody a asi čtvrtina z objemu srážek je infiltrována do půdy. Rozdíl mezi přítokem srážkové vody a oběma ztrátovými položkami (cca 25 %) charakterizuje celkový výpar vody z půdy, vody a rostlin. Z porovnání výše uvedených okresních údajů s charakteristikami bilance vody pro ČSFR, které uvádí P l a i n e r (1983), lze usuzovat na poměrnou shodu mezi okresními a celostátními ukazateli.

Pro bilancování živin v rámci většího územního celku má podstatný význam výběr hlavních položek uvažované bilance prvků a jejich kvantifikace. Z pozitivních položek bylo v daném případě hodnoceno množství živin dodávané každoročně v hnojivech a srážkové vodě; u negativních položek bylo počítáno s živinami vymytými z půdy a odčerpanými sklizněmi a především pak s celkovým odnosem živin vodními toky mimo území okresu. Do bilanční úvahy nebyly zahrnuty údaje o fixaci – imobilizaci některých prvků v půdním prostředí. Na rozdíl od názoru, který uveřejnila F a l f a n o v á (1989), která těmto položkám přikládá rozhodující význam, se domníváme, že v průběhu roku nedochází k takovým zásadním změnám v chemismu půd, které by mohly podstatněji ovlivňovat bilanční rovnováhu živin. Dále vycházíme z předpokladu, že kromě dusíku, jehož bilance může být výrazněji ovlivněna rozdílnou úrovní fixace molekulárního dusíku, nelze poutání P a K půdou pokládat za ztrátovou položku vzhledem k postupné mobilizaci obou prvků ať již v důsledku mineralizace půdní organické hmoty, nebo v důsledku kationtových výměnných reakcí (D a m a š k a , 1985).

Z přehledu dodaných živin (tab. IV) vyplývá rozdílný podíl jednotlivých zdrojů na jejich celkovém vstupu do půdy. Podstatná část hlavních živin pochází z průmyslových hnojiv (N – 58 %, P – 78 % a K – 57 %), menší část z organických a jen nepatrný podíl ze srážek. Prakticky veškeré množství Ca a Mg je aplikováno ve vápenato-hořečnatých hmotách. Naproti tomu hlavním zdrojem dodané S – SO<sub>4</sub> (až 76 %) jsou emise síry ve srážkové vodě.



Z negativních položek jsou uvedeny jednak ztráty živin vymytím ze zemědělské půdy, jednak živiny odčerpané živinami (tab. V). V obou případech bylo použito analytických údajů z dlouhodobých lyzimetrických pokusů rozmístěných na území okresu Ústí nad Orlicí. V souladu s existujícími poznatky o vymývání živin (D a m a š k a, 1985; S i r o v ý, D a m a š k a, 1985) byly největší ztráty zjištěny u Ca, S –  $\text{SO}_4$ , Cl a N –  $\text{NO}_3$ , v menším rozsahu u Mg a K a v zanedbatelném množství u P –  $\text{PO}_4$  a N –  $\text{NH}_4$ . Největší rostlinami odčerpaná množství vykázaly N a K, podstatně nižší Ca, Cl, P a Mg a v nepatrném množství S.

Pro posouzení celkových ztrát živin slouží údaje o jejich odnosu vodními toky mimo území okresu (tab. V). Také v tomto případě vykazuje nejvyšší hodnoty Ca, dále S –  $\text{SO}_4$  a Cl; v poněkud menším rozsahu dochází k odnosu N, K a Mg a v malém množství i P. V tab. V jsou vyjádřeny relativní vztahy jednotlivých položek, charakterizující poměrné zastoupení obnosu (B), promyvu (C) a odčerpání živin (D) k celkovému příkonu živin do zemědělské půdy (A), resp. živin vymytých z půdy k odnosu živin ve vodních tocích.

Interpretaci uvedených vztahů nutno však posuzovat jen v obecné poloze, odpovídající míře objektivity použitých podkladů. Tak např. ze vztahu B:A můžeme usuzovat na výši skutečných ztrát živin vzhledem k aplikovanému množství. Z údajů je patrné, že ztráty Cl převyšují jeho vstupní hodnoty, nebo v případě Ca, S a Mg dosahují úrovně jejich vstupů, což dokumentuje existenci dalších zdrojů uvedených prvků, které námi nebyly evidovány. Naproti tomu relativně nízké hodnoty pro N, K a zejména P svědčí o poměrně vysokém stupni jejich využití v systému půda-rostlina. Stejně tak lze ze vztahu C:A hodnotit rozsah promyvu živin půdou; vzhledem k dodanému množství vykazují nejvyšší hodnoty Mg, Ca, S (Cl a N), nejnižší pak P a K.

Ze vztahu D:A můžeme usuzovat na určitou míru realizace aplikovaných živin v rostlinné výrobě. A konečně ze vztahu C:B vyplývá, že rozsah promyvu živin půdou zdaleka nedosahuje úrovně jejich odnosu vodními toky. Dokazuje to mimo jiné, že proces vymývání chemických prvků z půdního profilu je podřízen složitějším a intenzivnějším procesům geochemické migrace látek, resp. že existují další zdroje chemického zatěžování vodních toků nezemědělského původu. Jedině v případě N lze předpokládat, že 60 až 70 % z vymytého množství dusíku ve formě N –  $\text{NO}_3$  se dostává do podpovrchových – podzemních vod a podílí se tak na jejich narůstající kontaminaci.

V porovnání s relativními hodnotami obsahu živin ve vodě dolního toku Labe (Z a v a d í l, 1990) je chemismus vod odtékajících z okresu Ústí nad Orlicí daleko příznivější; s výjimkou Ca a N, které prakticky vykazují stejné koncentrace (98 %), se u všech ostatních prvků tyto relace pohybují v rozmezí 38 % (P) až 65 % (Cl). V přepočtu na celkovou výměru sledovaných povodí v rámci okresu odtéká každoročně z 1 ha 23 kg N, 1 kg P, 17 kg K, 21 kg Mg, 220 kg Ca a po 75 kg S a Cl; také v tomto případě je shoda s obdobnými charakteristikami pro celé povodí Labe zcela evidentní. Zároveň však nutno brát v úvahu, že uvedené hodnoty necharakterizují jen ztráty živin z půdního prostředí, ale reprezentují i vysoký, často převažující podíl znečištění vodních toků průmyslovými a komunálními odpadními vodami.

Výsledná bilance živin na okrese Ústí nad Orlicí je pak vyjádřena rozdílem mezi celkovým množstvím dodaných živin a sumou skutečně ztrátových položek, tj. odnosem vodními toky a odčerpáním rostlinami. Z propočtených údajů (tab. V) vyplývá, že pozitivní bilanci, tj. určitý přebytek živin v systému půda – rostlina vykazují N, P, K a S, zatímco bilance ostatních živin (Mg, Ca a zejména Cl) byla v průměru čtyřletého období celkově ztrátová.

Vzhledem k specifickým podmínkám přeměny a migrace jednotlivých prvků v půdě je interpretace této úvahy daleko složitější. O jednoznačně pozitivní bilanci lze hovořit jen v případě P a do jisté míry i K, jejichž ztráty vymýváním z půdy jsou minimální. Naproti tomu do ztrátové položky N by bylo nutno zakalkulovat vysoký promyv N –  $\text{NO}_3$  půdou do podzemních vod, který se nemusí projevit zvýšeným odnosem ve vodních tocích. Rozdílné jsou i příčiny zdánlivě negativní bilance pro Ca

(nadměrné vymývání z karbonátových půd — hornin), Mg (nedostatečná úroveň Mg-hnojení) i Cl (zatížení toků odpadními vodami).

Uvedené poznatky o bilanci živin na okrese Ústí nad Orlicí mají vzhledem k metodickému charakteru práce spíše informativní charakter, který však nijak nesnižuje závažnost získaných podkladů a jejich praktický význam pro cílevědomé řešení aktuálních otázek zvyšování efektivity hnojení a snižování ztrát živin realizací účinnějších agromelioračních opatření. V každém případě jsou však dokladem širokých možností mobilizace potenciálních rezerv jak v zemědělství, tak i v ochraně životního prostředí, a to nejen v podmínkách okresu Ústí nad Orlicí, ale i v globálním měřítku celého labského povodí.

## Literatura

- DAMAŠKA, J.: Modelové řešení prognózy úrodnosti a produktivity půd okresu Ústí nad Orlicí. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚZZP 1982.  
DAMAŠKA, J.: Hnojení a vymývání živin v různých půdně-ekologických podmínkách. Rostl. Výr., 31, 1985, č. 11, s. 1123 — 1130.  
DUCHON, F.: Výživa a hnojení kulturních rostlin zemědělských. Praha, ČAZ 1948.  
FALŤANOVÁ, N.: Bilancování živin v rostlinné výrobě. Půda a Úroda, 1989, č. 1, s. 3 — 5.  
MOLDAN B. a kol.: Životní prostředí České republiky. Praha, Academia 1990.  
NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1990, č. 1.  
PLAINER, J.: Využívání a ochrana vodních zdrojů. Praha, MLVH-SZN 1983.  
SEKERKA, M.: Chemická technologie vody, paliv a svítiv. Praha, ÚPOŠ 1946.  
SIROVÝ, V. — DAMAŠKA, J.: Faktory ovlivňující mobilizaci a migraci živin v zemědělských půdách. Stud. Inform. ÚVTIZ, 1985, č. 2.  
ZAVADIL, J.: Kvalita vody středního a dolního Labe ve vztahu k závlahám. Meliorace, 1990, č. 1, s. 74 — 79.

Došlo dne 11. 6. 1990

DAMAŠKA, J. — KAŠTIL, J. (Research Institute for Soil Improvement, Praha; Co-ordinating division of special services, Žamberk): *Balance of mineral nutrients in the Ústí nad Orlicí region*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 811 — 818.

Trials were performed for four years (1985 — 1988) in monthly intervals to study the changes in water chemism and outlet from the territory of the Ústí nad Orlicí district. Data on amount of precipitation water and its infiltrating by soil were determined by the network of precipitation measuring and lysimetric stations. Chemical analyses of water from waterflows were carried out regularly along with analyses of precipitation and lysimetric infiltrates, then annually were performed analyses from plants of lysimetric and microplot trials. Data on amount of fertilizers and calcium-magnesium compounds applied in the whole district were recorded continuously. Based on the experimental and statistical data, the balance of nutrients was elaborated for the whole district showing the slightly positive balance of N, P, K and S or negative one for Ca, Mg and Cl. High losses of nutrients caused by discharge exhibit rather high reserves of the intensification process of crop production within the district. It follows from the relative expression of the relationship of different balance components that mainly N, Mg, S and Cl penetrate from waterflows into the soil while P and K excesses remain fixed by the soil for the greater part. The larger part of nutrients in waterflows except N comes from non-agricultural resources.

water flows; precipitation; lysimeters; leaching of nutrients; withdrawal of nutrients; nutrient losses, water balance; nutrient balance

DAMAŠKA, J. — KAŠTIL, J. (Forschungsinstitut für Bodenfruchtbarkeit, Praha; Koordinationssektion für Fachdienstleistungen, Žamberk): *Mineralnährstoffbilanz im Gebiet Ústí nad Orlicí*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 811 — 818.

Von 1985 bis 1988 untersuchten wir in monatigen Zeitintervallen Umwandlungen im Chemismus der Gewässer und des Wasserabflusses aus dem Gebiet des Kreises Ústí nad Orlicí. Mit Hilfe des Netzes von lysimetrischen und Ombrographstationen ermittelten wir präzise Angaben über die Regenwassermenge und die Bodenversickerung. In regelmässigen Zeitintervallen wurden chemische Analysen von Fluss- und Regenwasser, von lysimetrischen Infiltraten und alljährig Analysen von Pflanzen aus lysimetrischen und Kleinparzellenversuchen durchgeführt. Durchlaufend wurden auch Angaben über die Menge von eingesetzten Düngemitteln und von kalk- und magnesiumhaltigen Stoffen im Kreismaßstab evidiert. Aufgrund der ermittelten experimentalen und statistischen Angaben konnte eine Nährstoffbilanz für den gesamten Kreis erarbeitet werden, die eine einigermaßen positive Bilanz für N, P, K und S bzw. eine einigermaßen negative Bilanz für Ca, Mg und Cl beweist. Hohe Nährstoffverluste durch Abfluss deuten auf bedeutende

Reserven des Prozesses der Intensivierung der Pflanzenproduktion im Rahmen des Kreises hin. Der relativen Darstellung der Beziehung der einzelnen Bilanzposten ist zu entnehmen, dass aus dem landwirtschaftlichen Boden in die Flüsse vor allem M, Mg, S und Cl kommen, während die Residuen von P und K grösstenteils im Boden fixiert bleiben. Neben dem Stickstoff stammt der wesentliche Teil der in den Flüssen festzustellenden Nährstoffe aus nichtlandwirtschaftlichen Quellen.

Flüsse; Niederschläge; Lysimeter; Auswaschen der Nährstoffe; Nährstoffentzug; Nährstoffverluste; Wasserbilanz; Nährstoffbilanz

---

*Adresy autorů:*

Ing. Jaromír D a m a š k a, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Bažantní 697, 165 00 Praha 6 — Suchbát

RNDr. Josef K a š t i l, Koordinační útvar odborných služeb, Zemědělská 1004, 564 01 Žamberk

---

M. Králová, D. Cerhanová, B. Rovenská

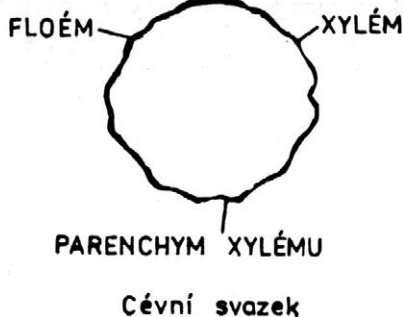
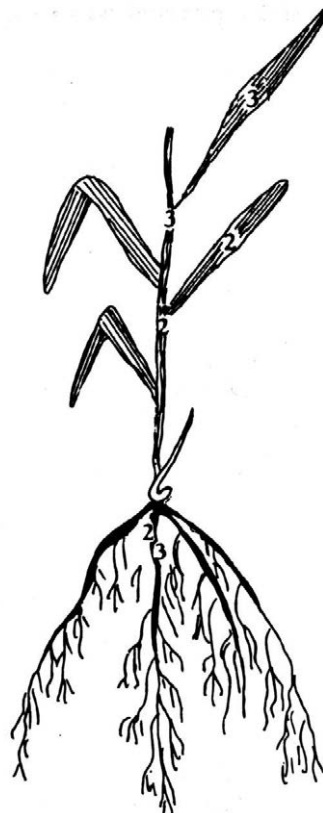
KRÁLOVÁ, M. — CERHANOVÁ, D. — ROVENSKÁ, B. (Ústav experimentální botaniky ČSAV, Praha; Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha — Ruzyně): *Vliv amonné a nitrátové výživy na změny velikosti ploch xylému a floému cévního svazku u jarní pšenice*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 819 — 826.

Jarní pšenice v rané ontogenezi přijímá svými kořeny  $\text{NH}_4^+$  — N stejně jako  $\text{NO}_3^-$  — N z půdy. Dusík je v rostlině zčásti inkorporován do bílkovin, zčásti zůstává ve formě volných nitrátů. Tento metabolismus je doprovázen zvýšenou aktivitou nitrátoreduktázy NR (vyšší příjem nitrátů) nebo glutaminsyntetázy GS (vyšší příjem amoniakálního dusíku). Příjem půdního  $\text{NH}_4^+$  — N a  $\text{NO}_3^-$  — N se odrazil v anatomických změnách struktury vodivých pletiv hlavního cévního svazku (floém, xylém, paranchym xylému, počet cévních svazků) druhého a čtvrtého listu jarní pšenice.

cévní svazek; floém; xylém; parenchym xylému; bílkoviny; nitrátoreduktáza; glutaminsyntetáza; půdní dusík; jarní pšenice

Výživa rostlin dusíkem je stále aktuálním problémem. Při současné péči o životní prostředí se dostává do popředí otázka, může-li amonná výživa nahradit výživu nitrátovou. Galitz (1979) vyslovil hypotézu, že rostliny získávají pro svůj metabolismus takový dusík, který se nachází v půdním roztoku. Jedinou výjimkou jsou bobovité rostliny, které jsou schopny využívat nejen půdní, ale i atmosférický dusík. Salas et al. (1987) shrnuli dosavadní znalosti o možnostech nitrátové a amonné výživy pro vyšší rostliny. Konstatovali, že amonná výživa je pro rostlinu méně náročná než nitrátová, i když produkce sušiny je nižší. Lze to vysvětlit neadekvátní akumulací  $\text{NO}_3^-$  a organických aniontů, které doprovázejí redukci nitrátů. Přebytek přijatých jiných aniontů jako  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{Cl}^-$  nekompensuje tento deficit. Králová, Draháňková (1987, 1989) studovali transport, příjem a inkorporaci půdních amonných a nitrátových iontů pšenice. Zjistili, že semenáčky jarní pšenice přijímají a rychleji metabolizují amonný dusík. Nitrátový dusík je též přijímán, ale zůstává v rostlině téměř z poloviny nemetabolizován.

Šivák et al. (1989) studovali vstup nitrátů do rostlinných buněk, redukci nitrátů na amonné ionty a následnou inkorporaci dusíku do uhlíkatých skeletů za tvorby aminokyselin. Uvedení autoři zjistili v intaktních buňkách *Cynobacterium nidulans* intracelulární akumulaci dusičnanů. Podle těchto autorů mají polypeptidy limitující funkci v cytoplazmatických membránách. Taura et al. (1988) sledovali absorpci vody a živin na periferních částech kořenů kukuřice a zjistili jejich fyziologické a anatomické změny vlivem osvětlení a vláh. Luxová (1989) sledovala anatomické rozdíly ve struktuře primárních kořenů kukuřice během inkorporace  $\text{NH}_4^+$  do organických sloučenin. V různých částech primárních kořenů sledovala změny aktivity glutaminsyntetázy (GS) a glutamátdehydrogenázy (GDH). Specifická aktivita GS byla vyšší ve vegetativní části kořenů, zatímco vyšší aktivita GDH byla v jejich starších částech. Z toho autorka vyvodila, že asimilace  $\text{NH}_4^+$  v kořenech kukuřice probíhá cestou GS/GOGAT (glutaminsyntetáza) spíše než GS/GDH. Schmidt, Mohr (1989) zjistili, že vysoká aktivita GS byla v zelených listech hořčice již čtvrtý den po zasetí. Anatomickým studiem autoři potvrdili lokalizaci této GS v plastidech.



↑ 2. Popis anatomického rozboru cévního svazku a embryonálního kořene jarní pšenice - The description of anatomical analysis of vascular bundle and embryonic root in winter wheat

← 1. Místa odběru rostlinného materiálu pro anatomické rozborů - Sites of plant material sampling for anatomical analyses  
Jarní pšenice, (2) - odběr nadzemních částí a kořenů pro druhý odběr, (3) - odběr rostlinného materiálu pro třetí odběr

Předložený příspěvek sleduje vzájemný vztah mezi příjmem, inkorporací a metabolismem amonných nebo nitrátových iontů v rostlině a změnami ploch xylému, floému a parenchymu xylému hlavního cévního svazku u druhého a čtvrtého listu v jeho střední a bazální části. U kořenů byla sledována změna anatomické stavby embryonálního kořenu. Vedle chemického rozboru rostlin na dusíkaté frakce byla sledována aktivita NR a GS. Použití  $^{15}\text{N}$  do půdy dovolilo sledovat bilančně transport amonného a nitrátového dusíku z půdy do rostliny a jeho přeměny v rostlině.

## MATERIÁL A METODA

K modelovým pokusům byla použita degradovaná černozem z lokality Praha-Ruzyně (později vedená jako ruzyňská hnědozem na modální spraši, nyní pod nomenklaturou jako luvisol) o velikosti půdních agregátů 2 až 4 mm. Obsah  $\text{N}_{\text{celk}} = 0,14 \%$ ,  $\text{NH}_4^+ - \text{N} (\text{KCl}) = 0,53 \text{ mg}$ ,  $\text{NH}_4^+ - \text{N} (\text{H}_2\text{O}) = 0,40 \text{ mg}$ ,  $\text{NO}_3^- - \text{N} = 1,62 \text{ mg}$  ve 100 mg sušiny,  $\text{C}_{\text{ox}} 1,42 \%$ . Ostatní chemické a fyzikálně-chemické charakteristiky zeminy uvádějí Král a kol. (1989). Modelovou rostlinou byla jarní pšenice (*Triticum aestivum* L.), odrůda Jara s klíčivostí 95 %, sušina 93,3 %.

Osivo jarní pšenice klíčilo v temnu tři dny při 4 °C, potom pět dnů na světle při 20 °C. Naklíčená semena byla vysázena do připravené zeminy (2 až 4 mm agregáty) – vždy dvě rostliny do 100 g zeminy. Povrch zeminy byl rovnoměrně ovlhčen 4 ml síranu amonného (3,33 mg N s 50% obohacením  $^{15}\text{N}$  na 100 g zeminy) nebo 4 ml dusičnanu draselného (3,33 mg N s 50% obohacením  $^{15}\text{N}$  na 100 g zeminy). Kontrolní varianta byla ovlhčena 4 ml destilované vody. Pokus probíhal ve skleníku při teplotě 18 až 22 °C (duben – květen) za vlhkosti 70 až 75 % při fotoperiodě 16/8 h a za slunečního svitu (bez přisvětlování).

První odběr se prováděl pouze u zeminy, a to před vysazením naklíčených semen. Stanovovaly se  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_{\text{celk}}$  a  $^{15}\text{N}$ . Aplikace dusíkatých sloučenin nebo destilované vody proběhla zároveň se sázením naklíčeného osiva. Druhý odběr se prováděl ve stadiu plně vyvinutého třetího listu. Pro anatomické rozborů byl použit druhý list (obr. 1). Pro anatomii kořene byl použit embryonální kořen téže rostliny. V rostlinném materiálu byly stanoveny: volný  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  a  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ,  $^{15}\text{N}$ , bílkovinný N, množství bílkovin a cukrů, množství chlorofylu (a+b), velikost listové plochy, hmotnost rostliny, aktivita nitrátreduktázy



I. Anatomické hodnocení hlavního cévního svazku druhého listu a embryonálního kořene jarní pšenice –  
Anatomic evaluation of the central vascular bundle of the second leaf of spring wheat

| Varianta    | Část listu | Nadzemní část     |                   |                  |                   | F     | T    | Počet cévních svazků | Kořen                                      |
|-------------|------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|------|----------------------|--------------------------------------------|
|             |            | floém             | xylém             | parenchym xylému | suma              |       |      |                      | plocha středního válce ( $\mu\text{m}^2$ ) |
|             |            | $\mu\text{m}^2$   |                   |                  |                   |       |      |                      |                                            |
| – kontrola  | střední    | $6,7 \cdot 10^2$  | $20,6 \cdot 10^2$ | $2,5 \cdot 10^2$ | $29,8 \cdot 10^2$ | 2,12  | 2,61 | 7,40                 | $312,5 \cdot 10^2$                         |
| – amonná    |            | $9,2 \cdot 10^2$  | $25,6 \cdot 10^2$ | $3,7 \cdot 10^2$ | $38,5 \cdot 10^2$ | 13,96 | 1,58 | 7,80                 | $307,5 \cdot 10^2$                         |
| – nitrátová |            | $9,3 \cdot 10^2$  | $20,6 \cdot 10^2$ | $4,1 \cdot 10^2$ | $34,0 \cdot 10^2$ | 6,58  | 2,07 | 7,90                 | $337,0 \cdot 10^2$                         |
| – kontrola  | báze       | $11,8 \cdot 10^2$ | $30,3 \cdot 10^2$ | $4,9 \cdot 10^2$ | $47,0 \cdot 10^2$ | 1,00  | 2,27 | 7,11                 |                                            |
| – amonná    |            | $12,9 \cdot 10^2$ | $37,9 \cdot 10^2$ | $6,8 \cdot 10^2$ | $57,0 \cdot 10^2$ | 1,58  | 0,34 | 7,40                 |                                            |
| – nitrátová |            | $15,1 \cdot 10^2$ | $32,7 \cdot 10^2$ | $7,5 \cdot 10^2$ | $55,3 \cdot 10^2$ | 1,57  | 1,66 | 7,20                 |                                            |

F – test významnosti rozdílů mezi dvěma rozptyly (mezi kontrolou, amonnou a nitrátovou variantou)

T – test významnosti rozdílů mezi dvěma průměry (mezi kontrolou, amonnou a nitrátovou variantou)

Počet cévních svazků v polovině listu; každá hodnota je aritmetickým průměrem 10 rostlin

Vysvětlivky k tab. I až V:

Rostliny byly pěstovány v hnědozemi (lokalita Ruzyně), při sázení naklíčeného osiva byl přidán síran amonný nebo dusičnan draselný (amonná nebo nitrátová varianta); kontrolní varianta byla ovlhčena destilovanou vodou.

II. Čerstvá hmotnost a sušina celé rostliny (*Triticum aestivum* L.), listová plocha největšího listu – Fresh and dry weight of whole plant (*Triticum aestivum* L.), leaf area of the biggest leaf

| Varianta    | Odběr     | Hmotnost jedné rostliny (g) |       | Plocha listu ( $\text{cm}^2$ ) | Chlorofyl a+b |
|-------------|-----------|-----------------------------|-------|--------------------------------|---------------|
|             |           | čerstvá                     | suchá |                                |               |
| – kontrola  | tři listy | 0,51                        | 0,08  | 4,83                           | 11,51         |
| – amonná    | +         | 0,59                        | 0,08  | 5,46                           | 20,27         |
| – nitrátová | kořeny    | 0,59                        | 0,07  | 5,46                           | 15,09         |
| – kontrola  | pět listů | 0,80                        | 0,15  | 5,70                           | 5,55          |
| – amonná    | +         | 1,20                        | 0,21  | 6,93                           | 12,76         |
| – nitrátová | kořeny    | 1,24                        | 0,20  | 7,14                           | 7,77          |

Aritmetické průměry z 50 rostlin,  $S_d$  0,3, koeficient variací 9,7 %, L.S.D. na úrovni 0,05 %

a glutaminsyntetázy. V zemině byly stanoveny frakce dusíku jako u prvního odběru zeminy. T ě t í odběr byl proveden v době, kdy rostlina měla dobře vyvinutý pátý list.

Pro anatomický rozbor byl použit plně vyvinutý čtvrtý list a embryonální kořen téže rostliny (obr. 1). Byla proměřována celková plocha hlavního cévního svazku (bez vnitřní pochvy), plocha xylému, floému, parenchymu xylému u střední a bazální části listové čepele a plocha embryonálního kořene bez rhizodermu a plocha středního válce embryonálního kořene (obr. 2). Zpracováno bylo vždy deset rostlin z každého

III. Chemické analýzy nadzemních částí a kořenů jarní pšenice v rané ontogenezi (se třemi listy) – Chemical analyses of shoots and roots of spring wheat in early ontogenesis (with three leaves)

| Varianta    | Část<br>rostliny | Dodaný<br>N | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N <sub>bílč</sub> | Bílkoviny   | Cukry | NR   | GS    |
|-------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------|-------|------|-------|
|             |                  |             | mg N/1 g č.h.                |                              |                   | mg/1 g č.h. |       |      |       |
| – kontrola  | nadzemní         | –           | 0,03                         | 0,04                         | 0,58              | 21,9        | 28,1  | 1,6  | 36,48 |
| – amonná    |                  | 3,33        | 0,14                         | 0,47                         | 2,79              | 15,6        | 24,3  | 39,6 | 47,18 |
| – nitrátová |                  | 3,33        | 0,25                         | 0,40                         | 1,10              | 16,0        | 45,8  | 16,2 | 39,9  |
| – kontrola  | kořen            | –           | 0,03                         | 0,82                         | 0,24              | 18,3        | 21,0  |      |       |
| – amonná    |                  | 3,33        | 0,02                         | 2,60                         | 1,45              | 17,9        | 21,3  |      |       |
| – nitrátová |                  | 3,33        | 0,07                         | 3,15                         | 0,83              | 15,0        | 17,5  |      |       |

NR – nitrátreduktáza nmol NO<sub>2</sub><sup>-</sup> g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> v čerstvém materiálu (č. h.)

GS – glutaminsyntetáza nmol C (NOH)O<sup>-</sup> g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> v čerstvém materiálu

Aritmetické průměry z 10 vzorků s S<sub>d</sub> 0,2, koeficient variací 12,3 %, L.S.D. na úrovni 0,05 %

odběru a výsledky byly zhodnoceny statisticky. Chemické analýzy rostlin a zeminy byly obdobné jako u předcházejících odběrů. Pro anatomická měření byl rostlinný materiál fixován FAA (formalin, 50% etanol, ledová kyselina octová v poměru 1 : 18 : 1) po dobu 40 h. Po fixaci byly objekty proplachovány v 50% etanolu a převedeny stoupající butanolovou řadou do parafinu (Votruba et al., 1987). Před konečným zalitím do parafinu byly objekty předbarveny eozinem. Bločky byly řezány na rotačním mikrotomu Minot (NDR). Řezy v tloušťce 15 až 20 μm byly lepeny na podložní sklíčka glycerol-bílčím. Usušené preparáty byly odparafinovány sestupnou xylén-metanolovou řadou (Votruba et al., 1987). Po odparafinování byly objekty obarveny podle Cajala-Brožka. Stoupající xylén-etanolovou řadou byly preparáty převedeny do solakrylu. Anatomicky byly hodnoceny příčné řezy listů. Preparáty byly mikroskopovány Visopanem (Rakousko). Plocha byla vypočtena metodou průsečíků pomocí čtvercové sítě.

Obsahy NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> byly stanoveny ve vodním a KCl-výluhu (Králková, 1977; Králková a kol., 1978) v zemině i rostlině (nadzemní část a kořeny), byla provedena izotopická analýza <sup>15</sup>N, stanoveny bílkoviny, bílkovinný N (Králková, Dražďák, 1988), cukry (Dražďák, Töningrová, 1988) v půdě i rostlině. Z fyziologických parametrů byla stanovena plocha listová (délka největšího listu násobená šířkou listu a faktorem 0,7) a vodní deficit (po odříznutí listu byla zjištěna jeho hmotnost, potom byl list ponořen na 24 h do vody a opět zvážen; rozdíl v hmotnosti byl vyjádřen v procentech). Aktivita nitrátreduktázy a glutaminsyntetázy v nadzemních částech rostlin byla stanovena podle Sahulky (1975) a Milina (1977).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Největší plocha xylému hlavního cévního svazku druhého listu byla nalezena u pšenice živěné amonnými ionty. Nitratová a kontrolní varianta měly plochu xylému o 20 % menší (tab. I).

Velikost listové plochy a hmotnost rostliny vzrostla stejně u rostlin živěných amonnou či nitratovou formou výživy (tab. II) ve srovnání s kontrolou.

Dusík dodaný v amonné formě byl přijat rostlinou v dvojnásobném množství než z nitratové výživy (tab. III). Z amonné výživy se dusík inkorporoval z 80 % do bílkovin (Králková, Dražďák, 1989), zatímco z nitratové zůstala polovina dodaných nitrátů v původní formě NO<sub>3</sub><sup>-</sup> i v rostlině. V této rané ontogenezi byla biosyntéza cukru limitujícím faktorem.

Plocha floému hlavního cévního svazku i plocha parenchymu xylému u druhého listu pšenice byla největší v nitratové variantě. Plocha floému u rostlin živěných amon-

| Varianta    | Část listu | Nadzemní část    |                   |                  |                   | F    | T    | Počet cévních svazků | Kořen                                      |
|-------------|------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------|------|----------------------|--------------------------------------------|
|             |            | floém            | xylém             | parenchym xylému | suma              |      |      |                      | plocha středního válce ( $\mu\text{m}^2$ ) |
|             |            | $\mu\text{m}^2$  |                   |                  |                   |      |      |                      |                                            |
| – kontrola  | střední    | $5,0 \cdot 10^2$ | $8,6 \cdot 10^2$  | $2,8 \cdot 10^2$ | $16,6 \cdot 10^2$ | 1,04 | 2,36 | 9,22                 | $347,5 \cdot 10^2$                         |
| – amonná    |            | $6,0 \cdot 10^2$ | $12,3 \cdot 10^2$ | $2,2 \cdot 10^2$ | $20,5 \cdot 10^2$ | 3,46 | 3,11 | 14,20                | $310,0 \cdot 10^2$                         |
| – nitrátová |            | $7,7 \cdot 10^2$ | $9,8 \cdot 10^2$  | $3,3 \cdot 10^2$ | $20,9 \cdot 10^2$ | 3,32 | 0,20 | 14,70                | $370,0 \cdot 10^2$                         |
| – kontrola  | báze       | $6,9 \cdot 10^2$ | $9,7 \cdot 10^2$  | $4,0 \cdot 10^2$ | $20,6 \cdot 10^2$ | 1,36 | 5,02 | 8,88                 |                                            |
| – amonná    |            | $7,8 \cdot 10^2$ | $19,5 \cdot 10^2$ | $4,0 \cdot 10^2$ | $31,3 \cdot 10^2$ | 1,40 | 4,98 | 10,80                |                                            |
| – nitrátová |            | $9,8 \cdot 10^2$ | $15,4 \cdot 10^2$ | $6,1 \cdot 10^2$ | $31,3 \cdot 10^2$ | 1,03 | 0,05 | 12,90                |                                            |

F – test významnosti rozdílu mezi dvěma rozptyly (mezi kontrolou, amonnou a nitrátovou variantou)

T – test významnosti rozdílu mezi dvěma průměry (mezi kontrolou, amonnou a nitrátovou variantou)

Počet cévních svazků v polovině listu; každá hodnota je aritmetickým průměrem 10 rostlin

ným iontem byla jen o něco málo menší (o 2 %), zatímco plocha parenchymu xylému se zmenšila o 10 % v amonné variantě. Kontrolní rostliny měly plochy floému o třetinu menší a plochy parenchymu xylému o polovinu menší než varianty živěné nitrátovým dusíkem (tab. I).

Největší množství volných nitrátů bylo nalezeno v rostlinách pěstovaných s přidávkou nitrátových iontů (tab. III). Je pravděpodobné, že volné nitráty byly transportovány floémem z listů do kořenů či naopak a svou přítomností ovlivnily velikost plochy floému hlavního cévního svazku pšenice. Plocha středního válce embryonálního kořenu, která byla v nitrátové variantě největší (o 8 % v kontrolní a 10 % v amonné menší), by tomu nasvědčovala. Zvětšená plocha parenchymu xylému hlavního cévního svazku, která byla v dobrém souladu s obsahem volných  $\text{NO}_3^-$ , se mohla stát pravděpodobně poolem pro uložení zásobních  $\text{NO}_3^-$ . V amonné variantě, kde bylo zjištěno menší množství nitrátů (tab. III) až o polovinu, byla nalezena i menší plocha parenchymu xylému. V kontrolních rostlinách, kde plocha parenchymu xylému byla nejmenší, bylo nalezeno čtyřikrát méně nitrátů.

U čtvrtého listu byla zjištěna největší plocha xylému hlavního cévního svazku u rostlin amonné varianty. Zdá se, že nejvyšší aktivita nitrátoreduktázy (NR) v rostlinách amonné varianty v této vegetační fázi způsobila nejlepší využití dusíkatých živin pro růst rostliny (tab. V). Zvětšila se listová plocha a zvýšila se hmotnost rostliny (tab. II). Byla naměřena nejvyšší hodnota pro obsah chlorofylu ( $a + b$ ) (tab. II). Králková, Dřáková (1989) publikovali, že pšenice jarní v ontogenezi pátého listu je schopna vázat veškeré ionty dusíku v organických sloučeninách. To nemění nic na skutečnosti, že rostlina v této fázi ontogeneze je schopna přijímat stále další nitrátový dusík, který se nachází v půdním roztoku ve větší míře než amonné ionty. Během půdních transformací se část amonných iontů sorbovala na půdní jílové minerály, což je rozdíl od začátku pokusu, kdy byl amonný dusík aplikován jako vodný roztok a byl přístupný v půdním roztoku pro rostlinu.

| Varianta    | Část<br>rostliny | Dodaný<br>N | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | N <sub>bílá</sub> | Bílkoviny   | Cukry  | NR    | GS    |
|-------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------|--------|-------|-------|
|             |                  |             | mg N/1 g č.h.                |                              |                   | mg/1 g č.h. |        |       |       |
| - kontrola  | nadzemní         | -           | 0,01                         | 0,51                         | 1,85              | 22,25       | 126,83 | 3,66  | 26,88 |
| - amonná    |                  | 3,33        | 0,01                         | 0,40                         | 0,18              | 17,05       | 52,62  | 10,50 | 32,59 |
| - nitrátová |                  | 3,33        | 0,03                         | 0,37                         | 0,21              | 19,21       | 89,08  | 9,12  | 36,86 |
| - kontrola  | kořen            | -           | 0,01                         | 0,31                         | 1,61              | 18,13       | 77,09  |       |       |
| - amonná    |                  | 3,33        | 0,01                         | 0,52                         | 0,18              | 20,95       | 31,65  |       |       |
| - nitrátová |                  | 3,33        | 0,02                         | 0,86                         | 0,23              | 19,21       | 41,90  |       |       |

NR – nitrátreduktáza nmol NO<sub>3</sub><sup>-</sup> g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> v čerstvém materiálu (č. h.)

GS – glutaminsyntetáza nmol C (NOH)O<sup>-</sup> g<sup>-1</sup> min<sup>-1</sup> v čerstvém materiálu

Aritmetické průměry z 10 vzorků s *S<sub>d</sub>* 0,3, koeficient variací 9,08 %, L.S.D. na úrovni 0,05 %

Plochy parenchymu xylému a floému byly stále největší u nitratové varianty, ale tento rozdíl byl již velmi malý – větší u floému (pro transport), menší u parenchymu xylému (tab. IV). Množství volných nitrátů je velmi nízké, ale stále nejvyšší hodnoty byly nalezeny v nitratové variantě (tab. V). To opět podporuje hypotézu, že floém hlavního cévního svazku by mohl být transportní cestou pro volné nitráty a parenchym xylému zásobním poelem do té doby, než dojde k jejich redukci a využití pro syntézu bílkovin.

Množství cévních svazků vzrostlo u čtvrtého listu (ve srovnání s druhým listem) dvojnásobně, a to v amonné i nitratové variantě. Kontrolní rostliny měly přibližně stejný počet cévních svazků u druhého i čtvrtého listu (tab. I, IV).

## ZÁVĚR

Jarní pšenice přijímala v rané ontogenezi (stadium třetího až pátého listu) svými kořeny z půdy jak amonný, tak nitratový dusík. Tento dusík byl zčásti inkorporován do bílkovin a zčásti zůstal ve formě volných nitrátových a amonných iontů. Metabolismus byl doprovázen zvýšenou aktivitou nitrátreduktázy nebo glutaminsyntetázy.

Příjem půdních NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se odrazil v anatomických změnách struktury vodivých pletiv hlavního cévního svazku v čepeli druhého a čtvrtého listu jarní pšenice.

Plocha xylému ve střední a bazální části čepele druhého listu pšenice byla největší v amonné variantě ve srovnání s nitratovou a kontrolní. To odpovídalo zvýšenému příjmu půdního NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a vyššímu stupni metabolismu dusíku do bílkovin. Zvýšená aktivita glutaminsyntetázy potvrdila tyto výsledky. Plocha floému a parenchymu xylému téže části listu byla největší v nitratové variantě, kde bylo nalezeno největší množství volných nitrátů. Anatomický rozbor embryonálního kořene této rostliny vykazoval největší plochu středního válce, což bylo v souladu s hypotézou transportních cest nitrátů floémem.

Plocha xylému hlavního cévního svazku čtvrtého listu pšenice byla stále největší v amonné variantě, ale rozdíly oproti nitratové variantě byly malé. Podobné závislosti

byly u plochy floému a parenchymu xylému. Počet cévních svazků se zdvojnásobil u čtvrtého listu ve srovnání s listem druhým. Zvětšila se listová plocha a zvýšila se hmotnost rostliny.

## Literatura

- DRAŽDÁK, K. — TONINGEROVÁ, M.: Stanovení sacharidů, proteinů a fenolických látek v půdě. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 5, s. 449 — 456.
- GAJITZ, D. S.: Uptake and assimilation of nitrogen by plants. Farm Rev., 37, 1979, č. 3, s. 16 — 18.
- KRÁLOVÁ, M.: Determination of ammonium-, nitrate- and total nitrogen and their isotope-ratio analysis in soil extracts. Proc. IAEA, Leipzig, 1977, s. 393 — 397.
- KRÁLOVÁ, M. — DRAŽDÁK, K. — ŠTRÁNSKÝ, P. — KUBÁT, J.: An evaluation of methods for determining nitrate and nitrite in soil extracts. Scientia Agric. bohemoslov., 3, 1978, s. 155 — 160.
- KRÁLOVÁ, M. — DRAŽDÁK, K.: The influence of phenological phase of *Dactylis glomerata* L. on uptake of soil inorganic nitrogen. Sci. Agric. bohemoslov., 19, 1987, č. 3, s. 169 — 177.
- KRÁLOVÁ, M. — DRAŽDÁK, K.: The uptake of soil nitrates by *Dactylis glomerata* L. seedlings. Scientia Agric. bohemoslov., 20, 1988, č. 1 s. 33 — 38.
- KRÁLOVÁ, M. — DRAŽDÁK, K.: Assimilation  $\text{NH}_4^+$  and/or  $\text{NO}_3^-$  from the soil solution by spring wheat seedlings. Scientia Agric. bohemoslov., 21, 1989, č. 3, s. 191 — 198.
- MIFLIN, B. J. — LEA, P. J.: Amino acids metabolism. Ann. Rev. Pl. Physiol., 28, 1977, s. 299 — 329.
- LUXOVÁ, M.: The participation of the primary maize root on the assimilation of  $\text{NH}_4^+$  ions. In: LOUGHMAN, B. C. et al. (eds): Structural and functional aspects of transport in roots, 1989, s. 111 — 113.
- SAHULKA, J.: Enzymy zúčastněné na asimilaci anorganického dusíku vyššími rostlinami, jejich indukce a regulace. Biol. Listy, 40, 1975, s. 15 — 35.
- SALSAC, L. — CHAILLOU, S. — MOROT-GAUNDRY, J. F. — LESANT, CH.: Nitrate and ammonium nutrition in plants. Pl. Physiol. Biochem., 25, 1987, č. 6, s. 805 — 812.
- SCHMIDT, S. — MOHR, H.: Regulation of the appearance of glutamine synthetase in mustard (*Sinapis alba* L.) cotyledons by light, nitrate and ammonium. Planta, 177, 1989, s. 526 — 534.
- SIVAK, M. N. — LARA, C. — ROMERO, J. M. — TRODRÍGEZ, R. — GUERRERO, G.: Relationship between A-47kDa cytoplasmatic membrane polypeptide and nitrate transport in *Anacystis nidulans*. Biochem. Biophys. Res. Commun., 158, 1989, č. 1, s. 257 — 262.
- TAURA, T. — IWAOKAWA, Y. — FUROMOTO, M. — KATOU, K.: A model for radial water transport across plant roots. Protoplasma, 144, 1988, s. 170 — 179.
- VOTRUBOVÁ, O. a kol.: Mikroskopická technika pro biotechnologii a šlechtitele. VŠZ, Fak. agron., 1987, s. 13 — 28.

Došlo dne 28. 8. 1989

KRÁLOVÁ, M. — CERHANOVÁ, D. — ROVENSKÁ, B. (Institute of Experimental Botany, Czechoslovak Academy of Sciences, Praha; Research Institute of Crop Production, Praha — Ruzyně): The effect of ammonium and nitrate nutrition on the changes in size of xylem and phloem vascular bundles in spring wheat. Rostl. Výr., 36, 1990, (8): 819 — 826.

The wheat spring uptakes  $\text{NH}_4^+$  - N and  $\text{NO}_3^-$  - N from soil at the stage of early ontogenesis by the roots. Nitrogen is partly in the plant incorporated in proteins, partly maintains in the form of free nitrate. This metabolism is accompanied by increased activity of nitrate reductase (NR) (higher uptake of nitrates) or glutamine synthetase GS (higher uptake of ammonium nitrogen). The intake of soil  $\text{NH}_4^+$  - N and  $\text{NO}_3^-$  - N reflected in the anatomical changes in the structure of the central vascular bundles (phloem, xylem, parenchyma of xylem, number of vascular bundles) of the second and fourth leaf of spring wheat.

vascular bundle; phloem; xylem; parenchyma of xylem; proteins; nitrate reductase; glutamine synthetase; soil nitrogen; spring wheat

KRÁLOVÁ, M. — CERHANOVÁ, D. — ROVENSKÁ, B. (Institut für experimentelle Botanik der Tschechoslow. Akademie der Wissenschaften, Praha; Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha — Ruzyně): Einfluß der Ammonium- und Nitraternährung auf Veränderungen der Xylem- und Phloemgröße des Gefäßbündels bei Sommerweizen. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 819 — 826.

Der Sommerweizen nimmt in der frühen Ontogenese sowohl  $\text{NH}_4^+$  - N als auch  $\text{NO}_3^-$  - N durch seine Wurzeln aus dem Boden auf. Der Stickstoff wird in der Pflanze teilweise in Eiweiß inkorporiert, teilweise verbleibt er in Form freier Nitrate. Dieser Stoffwechsel ist durch eine erhöhte Aktivität der Nitratreduktase NR (höhere Nitrataufnahme) oder Glutaminsynthetase GS (höhere Aufnahme von Ammonium-Stickstoff) begleitet. Die Aufnahme des Boden- $\text{NH}_4^+$  - N und  $\text{NO}_3^-$  - N widerspiegelte sich in anatomischen Verände-



runge n der Struktur der Leitgefä ß e des Hauptgefä ß bündels (Phloem, Xylem, Xylemparenchym, Anzahl der Gefä ß bündel) des zweiten und vierten Blatts des Sommerweizens.

Gefä ß bündel; Phloem; Xylem; Xylemparenchym; Eiwei ß stoffe; Nitratreduktase; Glutaminsynthetase; Bodenstickstoff; Sommerweizen

---

*Adresy autorek:*

Ing. Marie Králová, DrSc., RNDr. Blanka Rovenská, CSc., Ústav experimentální botaniky ČSAV,  
Ke dvoru 16, 166 30 Praha 6

Ing. Dana Cerná, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

---

F. Marko, A. Hanobík

MARKO, F. — HANOBÍK, A. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany; Semenárske štátne majetok, Košice-Šaca): *Vplyv agro-technických opatrení na úrodu ozimnej pšenice*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 827 — 832.

Na základe výsledkov trojročných poľných pokusov, uskutočnených na oglejenej ilimerizovanej pôde, sme hodnotili vplyv niektorých agro-technických opatrení na úrodu zrna ozimnej pšenice. Negatívne reagovali všetky tri sledované odrody na neskorší termín sejby (rozdiel v jeho neprospech u odrody Košútka až 12,3 %). Množstvo vysiateho osiva nebolo výrazným intenzifikačným opatrením. Skúmaný rozdielový rozsah 3,0 mil. klíčivých zŕn na 1 ha dokázali odrody Agra i Roxana kompenzovať. Odroda Košútka negatívne reagovala na znížovanie výsevu. Pre danú oblasť sa ukázala po predplodine kukurica na siláž vhodnou dávkou dusíka na vyššej skúmanej úrovni ( $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), aplikovaná deleným spôsobom. Poradie skúmaných faktorov na úrodu zrna bolo: ročník, termín sejby, odroda, hnojenie dusíkom, výsevok.

ozimná pšenica; odroda; termín sejby; výsevok; hnojenie dusíkom

Cieľavedomé a rýchle zavádzanie nových odrôd do výroby je kritériom realizácie vedeckotechnického rozvoja v šľachtení a v praxi, nakoľko odrody majú čím ďalej, tým kratšiu životnosť (Silvey, 1981; Beneš a kol., 1983; Popov, Bojadžijeva, 1980).

Aby sme lepšie využili bioenergetický potenciál súčasných odrôd ozimnej pšenice, musíme optimalizovať intenzifikačné činitele, ktoré do ich výroby vstupujú (predplodina, príprava pôdy, sejba, výživa, ochrana atď.) pre konkrétne pôdno-klimatické podmienky (Zaťko, 1982).

V systéme výroby obilnín sa agro-technické opatrenia majú uplatňovať v súlade s požiadavkami jednotlivých odrôd, ako to uvádzajú Špaldon, Serbák (1984).

Kábrt (1985) uvádza, že možno v súčasnej dobe dosahovať úrody zrna ozimnej pšenice v hornej hranici jej genetického potenciálu. Je však potrebné preto vytvoriť optimálne predpoklady.

## MATERIÁL A METÓDA

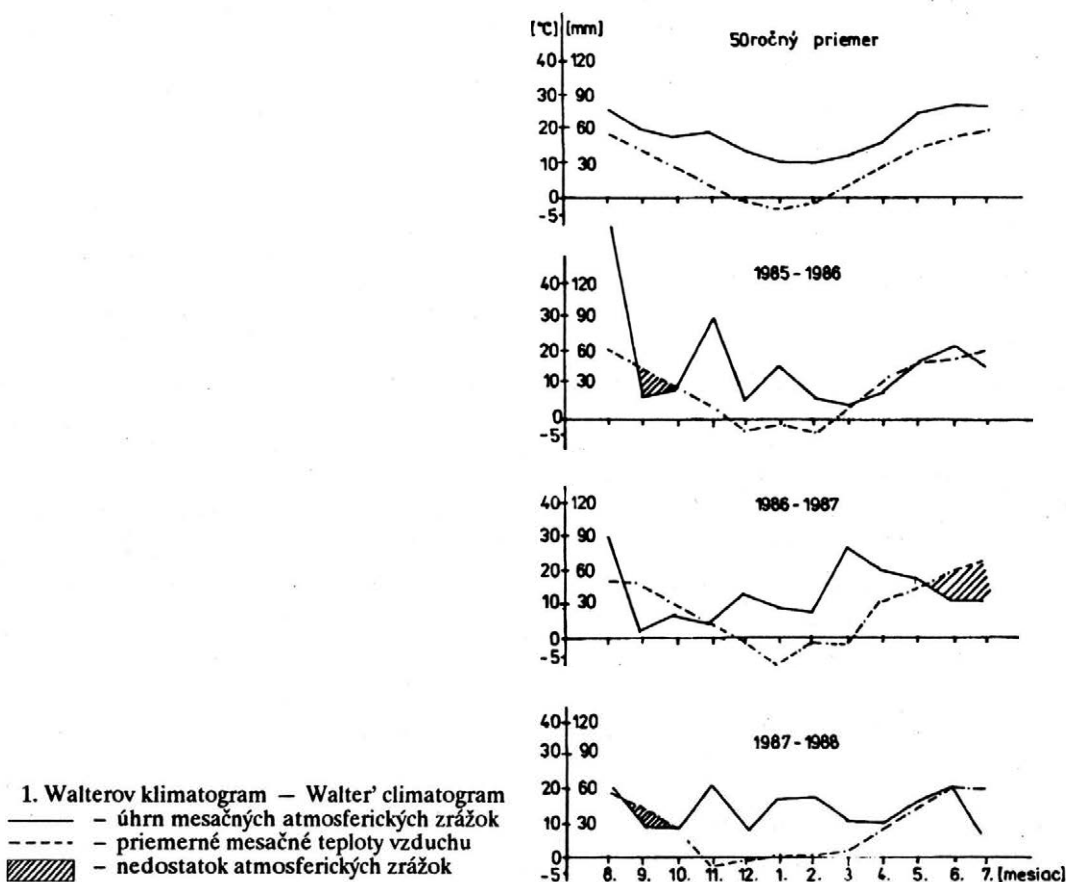
Polyfaktoriálne poľné pokusy s odrodami ozimnej pšenice Košútka, Roxana, Agra sme robili v rokoch 1985 až 1988 vo Výskumnej báze ŠSM Košice-Šaca, vytvorenej VÚRV Piešťany na oglejenej ilimerizovanej pôde s pH v KCl od 6,1 do 6,5. Obsah humusu v ornici je 1,7 %. Priemerný obsah prístupného fosforu na 1000 g pôdy podľa Egnera je 35 až 42 mg, prístupného draslíka na 1000 g pôdy podľa Schachtschabela 93 až 97 mg. Priemerná ročná teplota je  $8,4^\circ\text{C}$ , ročný úhrn atmosférických zrážok 511 mm.

| Odrody  | Výsevok        |                |                | Termín sejby   |                | Dávky dusíka ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) |                |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------|----------------|
|         | V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | V <sub>3</sub> | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | H <sub>1</sub>                                    | H <sub>2</sub> |
| Košútka | 3,0            | 4,5            | 6,0            | 26. 9.         | 16. 10.        | 90                                                | 120            |
| Roxana  | 3,0            | 4,5            | 6,0            | 26. 9.         | 16. 10.        | 90                                                | 120            |
| Agra    | 3,5            | 5,0            | 6,5            | 26. 9.         | 16. 10.        | 90                                                | 120            |

Dusík bol delený na dvakrát, a to 50 % pred sejbou a 50 % na začiatku jarnej vegetácie (Fee 2). Z dusíkatých hnojív sa pred sejbou použila močovina a pri hnojení na list liadok amónny s vápencom; z fosforečných hnojív  $\text{P } 44 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{P}_2\text{O}_5$   $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) vo forme superfosfátu a z draselných  $\text{K } 100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{K}_2\text{O}$   $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) vo forme draselnej soli. Hnojenie fosforom a draslíkom sa urobilo pred sejbou. Predplodinou bola kukurica na siláž. Pokusy boli založené systémom delených dielcov a kolmo delených blokov. Veľkosť parciel bola  $15 \text{ m}^2$  (zberová plocha  $10 \text{ m}^2$ ) so štvornásobným opakovaním.

Získané úrody boli vyhodnotené analýzou rozptylu, Tukeyovým testom. Poradie vplyvu jednotlivých faktorov na úrodu bolo stanovené z dosiahnutého úrodového rozdielu spôsobeného skúmaným rozpätím každého faktora.

Klimatické podmienky skúmaných ročníkov sú zahrnuté v grafe podľa Walter-Lietha (obr. 1).



| Skúmaný faktor                   | Rok                |       |                    |       |                    |       |                        |       |
|----------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-------|
|                                  | 1986               |       | 1987               |       | 1988               |       | priemer<br>1986 – 1988 |       |
|                                  | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup>     | %     |
| T <sub>1</sub>                   | 6,00               | 100,0 | 6,00               | 100,0 | 6,41               | 100,0 | 6,14                   | 100,0 |
| T <sub>2</sub>                   | 4,41               | 73,5  | 5,87               | 97,8  | 5,86               | 85,0  | 5,38                   | 87,6  |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,30/ + +          |       | 0,20/ +            |       | 0,36/ +            |       | 0,32/ + +              |       |
| V <sub>1</sub>                   | 4,92               | 94,3  | 5,65               | 92,6  | 6,20               | 98,9  | 5,59                   | 95,4  |
| V <sub>2</sub>                   | 5,22               | 100,0 | 6,10               | 100,0 | 6,27               | 100,0 | 5,86                   | 100,0 |
| V <sub>3</sub>                   | 5,49               | 104,9 | 6,06               | 99,4  | 5,93               | 94,5  | 5,82                   | 99,3  |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,47/ +            |       | 0,30/ + +          |       | 0,56/ +            |       | 0,48/ +                |       |
| H <sub>1</sub>                   | 5,19               | 100,0 | 5,82               | 100,0 | 6,18               | 100,0 | 5,73                   | 100,0 |
| H <sub>2</sub>                   | 5,23               | 100,8 | 6,05               | 103,8 | 6,08               | 98,8  | 5,79                   | 101,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,30/ +            |       | 0,20/ +            |       | 0,36/ +            |       | 0,32/ +                |       |
| Priemer                          | 5,21               | 90,5  | 5,94               | 103,1 | 6,13               | 106,4 | 5,76                   | 100,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,47/ + +          |       |                    |       |                    |       |                        |       |

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv jednotlivých intenzifikačných faktorov sa prejavil preukaznými alebo vysokopreukaznými rozdielmi v úrode zrna pri všetkých skúmaných odrodách. Niektoré úrodovo výhodnejšie varianty neboli aj adekvátne efektívnejšie, vzhľadom na ich nepomerne vyššiu ekonomickú, prípadne energetickú náročnosť.

Na úrodový rozptyl najviac zo skúmaných faktorov vplýval ročník. Je to v súlade s tvrdením niektorých autorov (Z a t k o , Ž á k o v á , 1988 a ďalší). Klimatické podmienky v skúmaných ročníkoch sú znázornené na obr. 1.

Najnižšiu úrodu zrna sme dosiahli v ročníku 1985/1986. Zvlášť nepriaznivý bol tento ročník pre neskoršiu sejbu, keď úrodové rozdiely predstavovali pri odrode Košútka 26,5 %, Roxana 5,3 % a Agra 8,7 %.

Úrodovo najlepší bol ročník 1987/1989 (s najpriaznivejším priebehom klimatických podmienok v priebehu celého vegetačného obdobia), i keď jednoznačne najmenšie úrodové rozdiely medzi skúmanými variantami sme zaznamenali v ročníku 1986/1987.

### Termín sejby

Skoršia sejba uskutočnená v odporúčanom agrotechnickom termíne pre danú oblasť (T<sub>1</sub>) bola úrodovo (tab. I až III) vysokopreukazne (Košútka 12,3 %) a preukazne (Roxana 1,5 % a Agra 3,6 %) výhodnejšia oproti neskoršej sejbě pri všetkých skúmaných odrodách.

| Skúmaný faktor                   | Rok                |       |                    |       |                    |       |                        |       |
|----------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-------|
|                                  | 1986               |       | 1987               |       | 1988               |       | priemer<br>1986 – 1988 |       |
|                                  | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup>     | %     |
| T <sub>1</sub>                   | 6,08               | 100,0 | 5,67               | 100,0 | 6,02               | 100,0 | 5,92                   | 100,0 |
| T <sub>2</sub>                   | 5,76               | 94,7  | 5,90               | 103,9 | 5,82               | 96,7  | 5,83                   | 98,5  |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,21/ +            |       | 0,16/ +            |       | 0,24/ +            |       | 0,21/ + +              |       |
| V <sub>2</sub>                   | 5,66               | 95,3  | 5,79               | 98,5  | 6,10               | 104,6 | 5,85                   | 99,5  |
| V <sub>3</sub>                   | 5,94               | 100,0 | 5,88               | 100,0 | 5,82               | 100,0 | 5,88                   | 100,0 |
| V <sub>1</sub>                   | 6,16               | 103,6 | 5,69               | 96,8  | 5,83               | 100,2 | 5,89                   | 100,1 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,33/ +            |       | 0,24/ +            |       | 0,37/ +            |       | 0,31/ +                |       |
| H <sub>1</sub>                   | 5,84               | 100,0 | 5,74               | 100,0 | 6,11               | 100,0 | 5,90                   | 100,0 |
| H <sub>2</sub>                   | 6,00               | 102,7 | 5,84               | 101,7 | 5,73               | 93,8  | 5,84                   | 99,2  |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,21/ +            |       | 0,16/ +            |       | 0,24/ +            |       | 0,21/ +                |       |
| Priemer                          | 5,92               | 100,9 | 5,79               | 98,6  | 5,92               | 100,9 | 5,87                   | 100,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,31/ + +          |       |                    |       |                    |       |                        |       |

Tieto výsledky sú v súlade s tvrdením niektorých autorov (Green a kol., 1985; Petková, Borisov, 1985), ktorí odporúčajú skoršiu sejbu, a čiastočne v rozpore s názorom, ktorý publikovali Drezgic a kol. (1981), Adamovský (1985), ktorí sú za prednostnú voľbu neskoršieho termínu sejby pred príliš skorým termínom.

Najväčšie rozdiely v úrodách, spôsobené termínom sejby, sme zaznamenali v roku 1986, na čo mali vplyv predovšetkým nepriaznivé klimatické podmienky ročníka (nepriaznivý vplyv februárového počasia s vysokým holomrazmi na slabšie vyvinuté rastliny z neskoršej sejby).

#### Výsevok

Vysievanie väčšieho alebo menšieho množstva osiva nebol intenzifikačný faktor príliš ovplyvňujúci úrodu. Výrazné rozpätie 3,0 mil. klíčivých zŕn na 1 ha dokázali všetky skúmané odrody pomerne dobre kompenzovať. Celkový úrodový rozptyl za trojročné obdobie bol od 4,6 % pri odrode Košútka po 0,6 % pri odrodách Agra a Roxana. Arinov (1982), Ševčenko (1980) odporúčajú vyššie výsevky na prekonanie nepriaznivých klimatických podmienok v zimných mesiacoch, ale zároveň upozorňujú na negatívny vplyv zvýšeného výsevu v prípade priaznivého priebehu počasia.

Pre nami skúšané odrody možno odporučiť na základe dosiahnutých výsledkov výsevky, ktoré boli pre ne doporučené šľachtiteľmi.



| Skúmaný faktor                   | Rok                |       |                    |       |                    |       |                        |       |
|----------------------------------|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|-------|
|                                  | 1986               |       | 1987               |       | 1988               |       | priemer<br>1986 – 1988 |       |
|                                  | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup> | %     | t.ha <sup>-1</sup>     | %     |
| T <sub>1</sub>                   | 6,32               | 100,0 | 5,99               | 100,0 | 6,77               | 100,0 | 6,36                   | 100,0 |
| T <sub>2</sub>                   | 5,77               | 91,3  | 5,82               | 97,2  | 6,82               | 100,7 | 6,13                   | 96,4  |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,18/ + +          |       | 0,52/ +            |       | 0,29/ +            |       | 0,26/ + +              |       |
| V <sub>2</sub>                   | 5,76               | 95,1  | 5,86               | 99,3  | 7,05               | 103,4 | 6,22                   | 99,4  |
| V <sub>3</sub>                   | 6,06               | 100,0 | 5,90               | 100,0 | 6,81               | 100,0 | 6,26                   | 100,0 |
| V <sub>1</sub>                   | 6,32               | 104,1 | 5,94               | 100,7 | 6,53               | 95,9  | 6,26                   | 100,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,27/ + +          |       | 0,81/ +            |       | 0,46/ +            |       | 0,38/ +                |       |
| H <sub>1</sub>                   | 5,89               | 100,0 | 5,72               | 100,0 | 6,84               | 100,0 | 6,15                   | 100,0 |
| H <sub>2</sub>                   | 6,20               | 105,0 | 6,08               | 105,1 | 6,75               | 98,9  | 6,34                   | 103,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,18/ + +          |       | 0,52/ +            |       | 0,29/ +            |       | 0,26/ +                |       |
| Priemer                          | 6,05               | 96,9  | 5,90               | 94,4  | 6,80               | 108,8 | 6,25                   | 100,0 |
| Hd <sub>0,05</sub> /významnosť F | 0,38/ + +          |       |                    |       |                    |       |                        |       |

#### Dávky dusíka

Intenzifikačný faktor — aplikácia určitej dávky dusíka sa ukázal ako ročníková záležitosť. Zvýšené dávky dusíka o 30 kg.ha<sup>-1</sup> poskytli preukazne vyššie úrody zrna u všetkých odrôd v rokoch 1986 a 1987. Naproti tomu v úrodovo najlepšom roku 1988 zvýšené dávky dusíka u všetkých odrôd znižovali úrodu zrna. Tento ročník bol charakteristický lepším rozložením zrážok v priebehu roka, čo ovplyvnilo i využitie dusíka rastlinami. Na základe dosiahnutých výsledkov však možno odporučiť pre danú oblasť pri pestovaní ozimnej pšenice nasledujúcej po predplodine kukurica na siláž dávky dusíka približne 120 kg.ha<sup>-1</sup>, no pre lepšie využitie by ich bolo potrebné aplikovať aspoň na trikrát. K a n d e r a (1983) odporúča pri odrode Košútka ako dostatočnú dávku dusíka 90 kg.ha<sup>-1</sup>, ale pre dobré až výborné pôdno-klimatické podmienky.

#### Odroda

Za všetky skúmané roky poskytla najvyššiu priemernú úrodu 6,25 t.ha<sup>-1</sup> odroda Agra, čo bolo o 0,38 t.ha<sup>-1</sup> viac ako Roxana a o 0,49 t.ha<sup>-1</sup> viac ako Košútka. Najviac na dosiahnutú úrodu vplývali poveternostné podmienky u odrody Košútka a najmenej u odrody Roxana.

Poradie vplyvu jednotlivých intenzifikačných faktorov na úrodu zrna bolo: ročník, termín sejby, odroda, hnojenie dusíkom, výsevok.

- ADAMOVSÝ, F.: Reakcia kultivarov ozimnej pšenice na termín sejby a veľkosť výsevu. Poľnohospodárstvo, 1985, č. 7, s. 589 – 595.
- ARINOV, K. K.: Normy vyseva pri orošení i kačestve zerna. Zern. Choz., 1982, č. 2, s. 34.
- BENEŠ, I. a kol.: Produktivita ozimé a jarné pšenice v ČSSR v letech 1972 – 1981. Rostl. Výr., 29, 1983, č. 11, s. 1143 – 1155.
- DREZGIĆ, P. a kol.: Agron. Glas., 1981, č. 5/6, s. 456.
- GREEN, C.F. a kol.: Time of sowing and the development of winter wheat. J. Agric. Sci., 105, 1985, č. 1, s. 217 – 221.
- KÁBRT, B.: Roxana – nová odroda ozimnej pšenice. Úroda, č. 10, Príl. Obzor, č. 5, 1985.
- KANDERA, J.: Štúdium kvalitatívnych zmien nutričnej hodnoty zrna obilnín vplyvom intenzity hnojenia (časť ozimná pšenica). [Záverčná správa.] Piešťany, VÚRV 1983, s. 198.
- PETKOVÁ, M. – BORISOV, G.: Vplyv výsevného termínu, výsevu a hnojenia na výnos pšenice. Rasteniev. Nauki, 22, 1985, č. 1, s. 10 – 16.
- POPOV, P. – BOJADŽIJEVA, D.: Nav set pšenica Sadov super. Rasteniev. Nauki, 17, 1980, č. 4, s. 26 – 35.
- SILVEY, V.: The influence of improved crop varieties and husbandry methods on increasing cereal yield. UPOV Newsletter Geneva, UPOV, 1981, č. 25, s. 31 – 34.
- ŠEVČENKO, A. I.: Vlijanie udobrenij na urožaj i vzaimosvjaz kačestvennych sostav ozimnoj pšenicy pri raznoj gustote poseva. Agrochimija, 1980, č. 11, s. 55 – 63.
- ŠPÁLDON, E. – SERBKÁK, M.: Štúdium štruktúry úrodnotvorných prvkov dvoch odrôd ozimnej pšenice v rozličných podmienkach troch pestovateľských ročníkov. Poľnohospodárstvo, 1984, č. 11, s. 984 – 992.
- ZAŤKO, J.: Jarné ošetrovanie ozimných plodín, obilnín. Úroda, 1982, č. 8, s. 342 – 344.
- ZAŤKO, J. – ŽAKOVÁ, M.: Príspevok k agrotechnike pšenice ozimnej odrody Roxana. Rostl. Výr., 35, 1988, č. 4, s. 379 – 386.

Došlo dňa 7.8.1989

MARKO, F. – HANOBIK, A. (Research Institute of Crop Production, Piešťany; Seed Production State Farm, Košice-Šaca): *The influence of cultural practices on winter wheat yield*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 827 – 832.

On the basis of the results of three-year field trials performed on pseudogley illimerized soil, the influence of some cultural practices on the yield of winter wheat grain was evaluated. All the three varieties studied negatively responded to a delayed sowing (at late sowing, the yield of the Košútka variety was lower by up to 12.3 %). The amount of seed sown was not a significant factor of intensification. Both the Agra and Roxana varieties were able to offset the studied differential range of 3.0 million germinative grains per ha. The Košútka variety reacted adversely to the decrease in the sowing rate. Nitrogen application rate on the higher level tested (120 kg per ha), divided into two batches, proved to be optimum in the given region when wheat was grown after silage maize as forecrop. The sequence of the surveyed factors with their effect on the grain yields was as follows: year, date of sowing, variety, nitrogen fertilization, sowing rate.

winter wheat; variety; date of sowing; sowing rate; nitrogen fertilization

MARKO, F. – HANOBIK, A. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Piešťany; Staatsgut für Saatgutproduktion, Košice-Šaca): *Einfluß agrotechnischer Maßnahmen auf den Ertrag von Winterweizen*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 827 – 832.

Anhand von Ergebnissen dreijähriger, auf illimerisiertem Boden mit Gleyhorizont vorgenommener Versuche bewerteten wir den Einfluß einiger agrotechnischer Maßnahmen auf den Kornertrag von Winterweizen. Alle drei getesteten Sorten reagierten negativ auf einen späteren Aussaattermin (bei der Sorte Košútka betrug der Unterschied infolge späterer Aussaat bis 12,3 %). Die Saatmenge stellte keine markante Intensivierungsmaßnahme dar. Den getesteten Unterschied von 3,0 Mill. keimfähiger Samen pro 1 ha vermochten die Sorten Agra und Roxana zu kompensieren. Die Sorte Košútka reagierte auf die verminderte Saatmenge negativ. Für das gegebene Gebiet erwies sich nach Silomais als Vorfrucht die auf geteilte Weise applizierte Stickstoffdosis auf dem höheren Niveau (120 kg.ha<sup>-1</sup>) als am besten geeignet. Die Reihenfolge der untersuchten, den Kornertrag beeinflussenden Faktoren war wie folgt: Jahrgang, Aussaattermin, Sorte, Stickstoffdüngung, Saatmenge.

Winterweizen; Sorte; Aussaattermin; Saatmenge; Stickstoffdüngung

#### Adresy autorov:

Ing. Ferdinand Marko, Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany  
Ing. Adam Hanobík, Semenársky štátny majetok, 040 15 Košice-Šaca

J. Smoček, A. Kloudová

SMOČEK, J. — KLOUDOVÁ, A. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): Citlivost genových zdrojů fertility klasu pšenice na kyselinu giberelovou. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 833 — 838.

Bylo hodnoceno 337 zdrojů genů fertility klasu (SFG) na citlivost klíčících rostlin k exogenně aplikované GA<sub>3</sub>; 18 % zdrojů SFG reagovalo stejně jako donory *Rht* GA-necitlivých genů. Podstatným rozdílem mezi GA-necitlivými a citlivými SFG byla kratší délka rostlin u GA-necitlivých, přitom delší GA-citlivé rostliny SFG měly vyšší hmotnost zrn. V rozmezí délky rostlin 80 až 90 cm lze vybrat zdroje SFG s delším klasovým větvením (i s vyšší úložnou kapacitou klasu) jak mezi GA-necitlivými, tak i mezi citlivými SFG. Test citlivosti klíčících rostlin na GA<sub>3</sub> je vhodný pro předběžný výběr zdrojů s kratším stéblem, neumožňuje však předpovědět výskyt vysoce produktivních gigas forem klasu.

pšenice; zdroje genů fertility klasu; reakce na kyselinu giberelovou; gigas formy klasu

V dalším rozvoji československého obilnářství se počítá se zvýšením genetického výnosového potenciálu pšenice nad 10 t.ha<sup>-1</sup>. Vzhledem k agroekologickým podmínkám ČSFR, úrovni zemědělské výroby i současným poznatkům produkční genetiky lze předpokládat pokrok ve využití zdrojů některých genů velkého účinku. Pozornost zasluhují *Rht* a *SFG*, kterými lze šlechtěním zlepšit ideotyp rostlin, úložnou kapacitu klasu a produktivitu rostlin v porostu.

Z donorů *Rht* (genů krátkostébelnosti — zakrslosti) jsou v ČSFR využívány především *Rht*<sub>1</sub> a *Rht*<sub>2</sub> (B o b k o v á a kol., 1988). Z praktického — agronomického hlediska mají význam hlavně pro snížení rizika poléhání porostů. Donory obou *Rht* genů krátkostébelnosti vytvářejí v klíčících rostlinách relativně více giberelové kyseliny oproti dlouhostébelným (G a l e, Y o u s s e f i a n, 1985) a jsou detekovatelné podle své necitlivosti na aplikovanou GA<sub>3</sub> (G a l e, M a r s h a l l, 1975). Z nových československých odrůd pšenice jsou GA-necitlivé Branka, Butín a Sparta (Š k o r p í k, 1989).

Donory *SFG* (Spike Fertility Genes — geny fertility klasu) mají význam pro zvýšení úložné kapacity klasu. Byly vytříděny do pěti skupin podle morfotypu klasu (S m o č e k, 1987): skupina VSS s vertikálně přisedlými víceklásky na nodu klasového větene, skupina TSS s horizontálně rozloženými víceklásky typu tetrastichon, skupina IRS s prodlouženými kláskovými větvenky vytvářejícími větvenatý klas (projev relativně stálý v různých podmínkách prostředí), skupina NS s klasy standardního morfotypu a konečně skupina TFS zahrnující přechodné formy s různě prodlouženými kláskovými větvenky (projev je silně závislý na podmínkách prostředí).

Z praktického hlediska považujeme za nejperspektivnější genové zdroje, které jsou vhodné pro získání vysoce produktivních klasů (forem gigas) standardního i změněného morfotypu (TSS a VSS). H u a n g, Y e n (1988) prokázali, že vytváření klasových struktur u *SFG* je určováno poměrem endogenních růstových regulátorů, především cytokininu a auxinu, a to od druhé až třetí etapy organogeneze klasu. Pokud je jejich poměr nízký, pak diferenciaci postranních klásků je potlačena a klas má standardní morfotyp, ve kterém počet klásků klasu prakticky odpovídá počtu článků klasového větene. *SFG* umožňují zvýšení úložné kapacity klasu ovlivněním metabo-

| Skupina <i>SFG</i> | Reakce na GA3 |    |             |    |        |     |
|--------------------|---------------|----|-------------|----|--------|-----|
|                    | necitlivé (I) |    | citlivé (S) |    | celkem |     |
|                    | počet         | %  | počet       | %  | počet  | %   |
| VSS                | 30            | 26 | 35          | 30 | 117    | 35  |
| TSS                | 9             | 14 | 11          | 17 | 65     | 19  |
| TFS                | 9             | 16 | 7           | 13 | 55     | 16  |
| IRS                | 3             | 23 | 7           | 54 | 13     | 4   |
| NS                 | 8             | 9  | 42          | 48 | 87     | 26  |
| Celkem             | 59            | 18 | 102         | 30 | 337    | 100 |

II. Charakteristika GA-necitlivých a citlivých zdrojů *SFG* pšenice — Characteristics of GA-insensitive and sensitive *SFG* resources in wheat

| Skupina <i>SFG</i> | Zdroje <i>SFG</i> | Délka rostliny (cm) | Délka klasového vřetene (mm) | Počet článků klasového vřetene | Počet zrn na článek klasového vřetene | Počet zrn klasu | Průměrná hmotnost jednoho zrna (mg) |
|--------------------|-------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| VSS                | GA-necitlivé      | 67,5                | 84,7                         | 19,9                           | 3,47                                  | 70,3            | 46,07                               |
|                    | GA-citlivé        | 74,0                | 81,2                         | 19,6                           | 3,05                                  | 59,9            | 47,50                               |
| TSS                | GA-necitlivé      | 76,4                | 128,0                        | 20,8                           | 3,03                                  | 62,4            | 34,16                               |
|                    | GA-citlivé        | 115,7               | 125,7                        | 24,2                           | 3,44                                  | 82,0            | 38,38                               |
| TFS                | GA-necitlivé      | 64,8                | 104,9                        | 23,3                           | 3,66                                  | 83,8            | 22,30                               |
|                    | GA-citlivé        | 78,6                | 97,4                         | 20,4                           | 4,38                                  | 88,9            | 26,68                               |
| IRS                | GA-necitlivé      | 70,0                | 91,7                         | 17,7                           | 2,90                                  | 50,7            | 25,48                               |
|                    | GA-citlivé        | 132,1               | 90,7                         | 21,9                           | 5,00                                  | 109,9           | 27,43                               |
| NS                 | GA-necitlivé      | 70,4                | 97,0                         | 21,4                           | 3,01                                  | 63,9            | 40,85                               |
|                    | GA-citlivé        | 89,0                | 118,8                        | 22,7                           | 3,10                                  | 71,2            | 53,17                               |

lismu rostlin. Zřejmý z tohoto důvodu použili pro geny *SFG* H u a n g , Y e n (1988) synonyma *bh* geny (behaviour).

Cílem této práce bylo: a) zjistit, zda se donory *SFG* u pšenice projevují necitlivostí k exogenně aplikované GA<sub>3</sub>, b) srovnat rozdíly mezi GA-necitlivými a citlivými *SFG* v morfologických znacích, c) zjistit, zda neexistuje souvislost mezi GA-necitlivými *SFG* a výskytem *gigas* forem klasu. Tyto otázky dosud nebyly výzkumem zodpovězeny.

## MATERIÁL A METODA

Byly hodnoceny výběry typických klasů pěti základních skupin (S m o č e k , 1987) 337 zdrojů fertility klasu (*SFG*) pšenice. Jako kontrolní vzorky byly použity GA-necitlivý Norin 10 (*Rht*<sub>1</sub> + *Rht*<sub>2</sub>) a GA-citlivý Burt (*Rht*<sub>6</sub>).

Klíční rostliny byly pěstovány na kultivačních deskách z plexiskla s 60 otvory podloženými sítí z umělé hmoty (S m o č e k , K l o u d o v á , 1989). Jako kultivační médium byl použit Richterův roztok zředěný na polovinu. Citlivost pšenice na kyselinu gibberelovou byla hodnocena v živném roztoku s přidáním 10 mg.l<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> (G a l e , M a r s h a l l , 1978). Ve fázi druhého-listu byla u rostlin měřena délka prvního internodia. Reakce rostlin na GA<sub>3</sub> byla určena podle procenta změny délky prvního internodia v živném roztoku s GA<sub>3</sub> a bez kyseliny gibberelové.

Zdroje *SFG* pšenice byly zařazeny jako GA-citlivé (S), středně citlivé (M) a necitlivé (I). Skupinu I oproti S bylo možno rozlišit i vizuálně (S í p a k o l . , 1986).

Testování zdrojů *SFG* pšenice bylo provedeno dvakrát, v laboratoři a ve skleníku. Jsou vyhodnoceny pouze ty zdroje *SFG*, jejichž zařazení podle GA<sub>3</sub> citlivosti mezi I a S bylo v obou testech jednoznačné.

U zdrojů *SFG* pšenice byly k dispozici údaje o rostlinách a vybraných klasech, z jejichž zrn byly testovány klíční rostliny. Hodnoty byly získány z rostlin ve sponových pokusech 3,75 x 12,5 cm, odpovídajících teoretické hustotě 213 rostlin na 1 m<sup>2</sup>. Z charakteristik klasu to byly: délka klasového větene (mm), počet článků klasového větene, počet zrn na článek klasového větene, počet zrn klasu a průměrná hmotnost jednoho zrna (mg). Známá byla i délka rostliny (cm).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Reakce zdrojů *SFG* na kyselinu gibberelovou

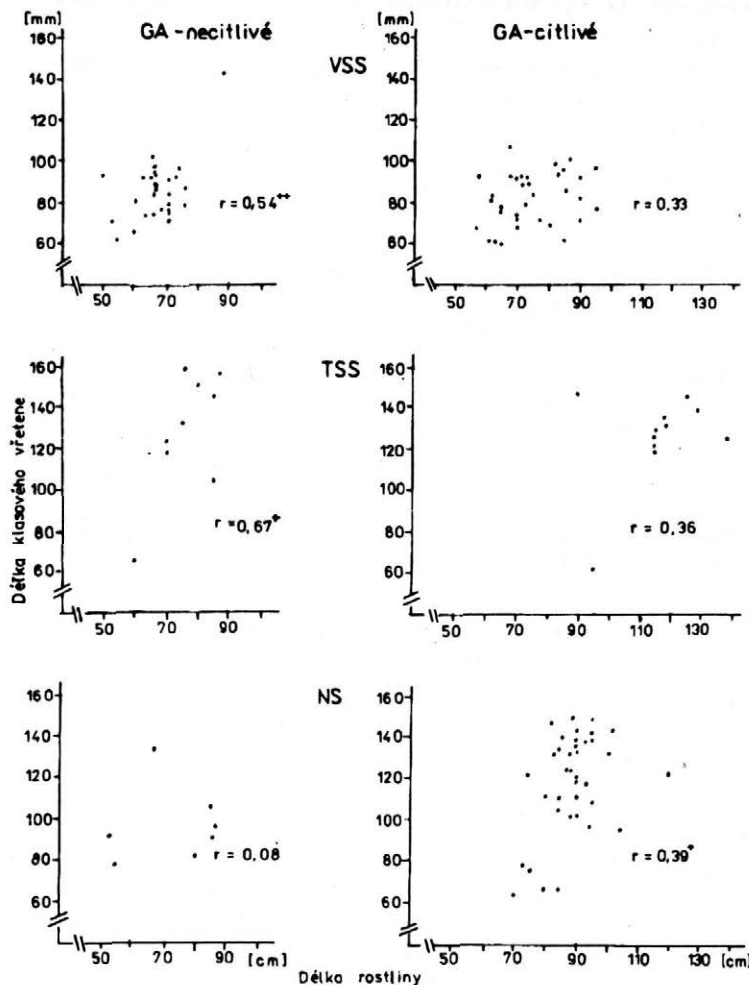
Ze 337 hodnocených zdrojů pšenice reagovalo 59, tj. 18 % jako GA-necitlivé (tab. I). Nejpočetnější (117 vzorky) byla zastoupena skupina VSS, pro kterou jsou typické vertikálně rozložené víceklásky na nodu klasového větene. Ve skupině VSS bylo nalezeno i nejvíce GA-necitlivých zdrojů, celkem 30. Přitom devět z nich (původem z Velké Británie) má zabudován necitlivý *Rht* gen. U nich bylo možno GA-necitlivost předpokládat *a priori*. U zbývajících GA-necitlivých zdrojů VSS není známo, že by nesly některý z GA-necitlivých *Rht* genů. Stejně je tomu v dalších skupinách TSS až NS. Výsledky tedy nevylučují, že GA-necitlivost pšenice může být způsobena i jinými geny než *Rht*.

### Rozdíly mezi GA-necitlivými a citlivými zdroji *SFG*

GA<sub>3</sub>-necitlivé zdroje *SFG* měly oproti citlivým kratší délku rostlin (tab. II). V tom je jejich podstatný rozdíl. Doprovodně delší GA-citlivé zdroje *SFG* pšenice měly vyšší hmotnost zrn. V dílčích znacích úložné kapacity klasu mezi nimi nebyly zásadní rozdíly. Výsledky jsou potvrzeny srovnáním sesterských GA-necitlivých a citlivých linií, pocházejících z téhož základního genotypu (tab. III). Podstata může být v tom, že mladé rostliny mají jiný poměr fytohormonů než rostliny v dospělosti. G a l e , Y o u s s e f i a n (1985) nenalezli žádný rozdíl mezi dlouhostébelnými a krátkostébelnými liniemi pšenice v GA<sub>54</sub>, která je důležitá v reprodukční fázi vývoje rostlin. B r o o k i n g , K i r b y (1981) nezjistili v souvislosti s alelou *Rht*<sub>2</sub> rozdíl v rychlosti apikálního růstu, v počtu založených klásků, ani v počtu květních promordií.

U zdrojů *SFG* pšenice považujeme za perspektivní především typy NS, eventuálně TSS a VSS. Na obr.1 jsou hodnoty délky rostliny a délky klasového větene u GA-necitlivých a GA-citlivých zdrojů *SFG*. Je vidět, že zdroje s dlouhým klasovým větencem (a podobně je tomu s produktivností klasu i dílčími parametry jeho úložné kapacity) lze vybrat mezi GA-citlivými i necitlivými rostlinami o délce v rozmezí 80 až 90 cm. U zdrojů *SFG* je možno získat krátkostébelné rostliny s dlouhým klasovým větencem.





Perspektivu využití testu GA-necitlivosti u *SFG* spatřujeme především pro výběr relativně krátkostébelných linií. Znaky reprodukční hodnoty klasu a ideotypu rostliny je nutno posuzovat v porostech.

#### GA-necitlivost u zdrojů *SGF* pšenice a výskyt forem gigas klasů

Využití zdrojů *SFG* ve středoevropských podmínkách spatřujeme hlavně v tvorbě gigas forem klasu. Jejich genetické založení dosud nebylo objasněno. Gigas formami rozumíme klasy s dlouhým klasovým vřetenem a vyrovnanými i vysokými prvky úložné kapacity klasu. Nalezli jsme je ve všech skupinách *SFG* s výjimkou IRS a VSS dominantního typu. Gigas formy klasu se nejčastěji vyskytují ve skupině NS. Potíž je v tom, že jsou i mezi GA-středně citlivými a citlivými zdroji *SFG* (tab. IV). Z tohoto důvodu je fyziologický giberelový test pro jejich zachycení ve fázi klíčících rostlin nepoužitelný. Prozatím je pozorování fenokopii klasů a ideotypu v konkrétních podmínkách nezastupitelné (H u a n g , Y e n , 1988). A u f h a m m e r (1980) doporučuje vést další fyziologický výzkum směrem k podrobnějšímu hodnocení poměru mezi cytokininem, giberelinem a auxinem na úrovni klasů i jednotlivých klásků. U vysoce produktivních forem klasu gigas předpokládá méně výraznou apikální dominanci.

III. Průměrné hodnoty znaků sesterských GA-necitlivých a citlivých linií *SFG* pšenice — Average values of the traits of the sisters GA-insensitive and sensitive lines of *SFG* in wheat

| Skupina <i>SFG</i> | Výchozí genotyp | Linie        | Reakce na GA3 | Délka rostliny (cm) | Délka klasového vřetene (mm) | Počet článků klasového vřetene | Počet zrn na článek klasového vřetene | Počet zrn klasu | Hmotnost jednoho zrna (mg) |
|--------------------|-----------------|--------------|---------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|
| TSS                | 7334-85-1       | KM 905-1-88  | necitlivý     | 80                  | 151                          | 20                             | 3,85                                  | 77              | 29,35                      |
|                    | 7334-85-1       | KM 839b-1-88 | citlivý       | 90                  | 147                          | 21                             | 2,33                                  | 49              | 45,10                      |
| NS                 | 7329-85         | KM 964a-1-88 | necitlivý     | 87                  | 96                           | 22                             | 2,45                                  | 54              | 46,30                      |
|                    | 7329-85         | KM 992-1-88  | citlivý       | 105                 | 95                           | 22                             | 1,86                                  | 41              | 52,68                      |

IV. Výskyt gigas forem klasu u zdrojů *SFG* pšenice — Occurrence of the gigas forms of spike in the *SFG* resources in wheat

| Skupina <i>SFG</i> | Zastoupení forem s gigas klasu u <i>SFG</i> |                           |                   |        |
|--------------------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------|--------|
|                    | GA-necitlivé, počet                         | GA-středně citlivé, počet | GA-citlivé, počet | celkem |
| VSS                | 0                                           | 6                         | 0                 | 6      |
| TSS                | 2                                           | 17                        | 0                 | 19     |
| TFS                | 0                                           | 10                        | 0                 | 10     |
| IRS                | 0                                           | 0                         | 0                 | 0      |
| NS                 | 1                                           | 8                         | 14                | 23     |
| Celkem             | 3                                           | 41                        | 14                | 58     |

# Literatura

- AUFHAMMER, W.: Role of plant growth regulators in wheat yield. Joint DPCRC and BPCRC Symp. — Aspects and Prospects of Plant Growth Regulators, 1980, s. 132 — 140.
- BOBKOVÁ, L. — ŠÍP, V. — ŠKORPÍK, M.: Využití metody detekce *Rht* genů pomocí giberelinu ve šlechtění pšenice. Genet. a Šlecht., 24, 1988, č. 1, s. 65 — 74.
- BROOKING, I. R. — KIRBY, E. J. M.: Interrelationship between stem and ear development in winter wheat: the effects of a Norin 10 gene, *Gai/Rht<sub>2</sub>*. J. Agric. Sci., 97, 1981, s. 373 — 381.
- GALE, M. D. — MARSHALL, G. A.: The nature and genetic control of gibberellin insensitivity in dwarf wheat grain. Heredity, 35, 1975, č. 1, s. 55 — 65.
- GALE, M. D. — MARSHALL, G. A.: A classification of the Norin 10 and Tom Thumb dwarfing genes in hexaploid bread wheat. Proc. 5th Int. Wheat Genet. Symp. New Delhi, 1978, s. 995 — 1001.
- GALE, M. D. — YOUSSEFIAN, S.: Dwarfing genes in wheat. In: Progress in Plant Breeding, London, 1985, s. 1 — 35.
- HUANG, G. — YEN, C.: Studies on the developmental genetics of multiple spikelet per spike in wheat. Proc. 7th Int. Wheat Genet. Symp. Cambridge, 1988, s. 527 — 532.
- SMOČEK, J.: Fenokopie genů fertility klasu pšenice. Rostl. Vyr., 33, 1987, č. 5, s. 529 — 537.
- SMOČEK, J. — KLOUDOVÁ, A.: Tolerance genových zdrojů pšenice s vyšší úložnou kapacitou klasu k hliníku. Rostl. Vyr., 35, 1989, č. 8, s. 835 — 839.

ŠÍP, V. — ŠKORPÍK, M. — TÁBORSKÁ, J.: Metoda testování reakce na aplikovaný giberelin pro detekci genů zakrslosti u pšenice. Sbor. ÚVTIZ — Genet. a Šlecht., 22, 1986, č. 2, s. 133 — 141.  
ŠKORPÍK, M.: Genotypy pšenice a geny zakrslosti. Československá rada genetických zdrojů kulturních plodin, Praha — Ruzyně, VÚRV 1989, s. 1 — 66.

Došlo dne 3. 7. 1989

SMOČEK, J. — KLOUDOVÁ, A. (OSEVA — Cereal Research and Breeding Institute, Kroměříž): *Sensitivity of the Spike Fertility Genes resources in wheat to gibberellic acid*. Rostl. Výt., 36, 1990 (8): 833 — 838.

337 sources of the spike fertility genes (*SFG*) were evaluated to study the sensitivity of seedlings to applied exogenous GA<sub>3</sub>; 18 % of the *SFG* sources showed the same reaction as the *Rht* donors of GA-insensitive genes. The substantial difference between GA-insensitive and sensitive *SFG*'s consisted in the shorter length of the plants in GA-insensitives, while the longer GA-sensitive *SFG* plants had a higher grain weight. Within the plant length range of 80 — 90 cm, *SFG* resources with a longer rachis (as well as with higher sink capacity) can be selected from among both GA-insensitive and sensitive *SFG*'s. The test of seedling sensitivity to GA<sub>3</sub> is suitable for preliminary selection of the resources with shorter stem, but it does not enable to predict the occurrence of highly productive gigas forms of the spike.

wheat; resources of spike fertility genes; reaction to gibberellic acid; gigas forms of spike

SMOČEK, J. — KLOUDOVÁ, A. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreideanbau, Kroměříž): *Sensibilität der Genquellen der Weizenährenfertilität zur Gibberellinsäure*. Rostl. Výt., 36, 1990 (8): 833 — 838.

Es wurden 337 Quellen der Ährenfertilitätsgene (*SFG*) auf die Sensibilität von Keimpflanzen zur exogen applizierten Gibberellinsäure (GA<sub>3</sub>) bewertet; 18 % der *SFG*-Quellen reagierten auf gleiche Weise wie Donoren *Rht* der GA-nichtsensiblen Gene. Ein markanter Unterschied zwischen den GA-nichtsensiblen und GA-sensiblen *SFG* war die geringere Länge bei den GA-nichtsensiblen und GA-sensiblen *SFG* eine höhere Kornmasse aufweisen. Im Bereich der Pflanzenlängen von 80 bis 90 cm können *SFG*-Quellen mit einer längeren Ährenspindel (und höherer Sink-Kapazität der Ähre) sowohl zwischen GA-nichtsensiblen als auch GA-sensiblen *SFG* ausgesucht werden. Ein Sensibilitäts test von Keimpflanzen auf GA<sub>3</sub> ist für eine vorübergehende Auswahl von Quellen mit kürzerem Halm zwar gut geeignet, eine Vorhersage des Vorkommens der hochproduktiven Gigas-Ährenformen ermöglicht er jedoch nicht.

Weizen; Quellen der Ährenfertilitätsgene; Reaktion auf Gibberellinsäure; Gigas-Ährenformen

---

Adresa autorů:

Ing. Jaroslav S m o č e k , DrSc., RNDr. Alena K l o u d o v á , OSEVA — Koncernový výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

---

J. Křen

KŘEN, J. (OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Autoregulace a zákonitosti populační biologie rostlin v porostu pšenice*. Rostl. Výt., 36, 1990 (8): 839 — 845.

Na příkladu čtrnácti odrůd a novošlechtění ozimé pšenice byla prokázána platnost zákonitostí populační biologie rostlin na úrovni stébel a klasů (tzv. modulů) v porostu. Hodnocení autoregulace a produktivity v určitých agroekologických podmínkách lze provádět na základě lineárního vztahu mezi logaritmem počtu rostlin nebo stébel na 1 m<sup>2</sup> a logaritmem jejich průměrné hmotnosti. Tímto způsobem však je možné hodnotit pouze jednu ze složek interakce genotypu x prostředí, tj. rozdíly mezi genotypy ve využití vegetačních faktorů lokality nebo rozdíly mezi lokalitami, je-li genotyp zkoušen na více lokalitách. Nejvyšší tvorbou biomasy, schopností zapojit porost a také výnosem se vyznačovaly odrůdy Viginta a Zdar. Nejlepší autoregulace při změně hustoty rostlin byla zjištěna u odrůd Viginta, Slavia a Oděsskaja 66.

ozimá pšenice; rostliny; stébla; autoregulace v porostu

Hodnocení porostů a tvorby výnosů obilnin obvykle vychází z klasického pojetí, jak jej publikoval H e u s e r (1927) a později řada dalších autorů, kteří rozkládali výnos zrna na počet klasů na jednotce plochy, počet zrn v klasu a hmotnost jednoho zrna (tisíce zrn). Geometrickou interpretaci tohoto pojetí rozpracoval G r a f i u s (1956). F o l t ý n, Š k o r p í k (1973) již uplatňují komplexní schémata výnosu, složená z hierarchicky uspořádaných binomů.

Také vyrovnanost produktivních stébel byla uvažována především jako rezerva ve výnosu. S t o s k o p f, F a i r e y (1975) na ni upozornili u krátkostébelných typů pšenice. R e m e s l o et al. (1979) přikládali velký význam vertikální a horizontální synchronizaci vývoje produktivních stébel při výběrech rostlin ze štěpících populací. M u r a v j e v (1973) upozorňuje, že vyrovnanost klasů lze zvyšovat také pěstelsky vhodnou organizací stébelného systému porostu.

Je zřejmé, že při růstu rostlin v porostu dochází ke změnám počtu vytvořených odnoží, jejich velikosti a vyrovnanosti. Zvyšující se úroveň obilnářství proto vyžaduje komplexnější pojetí vývoje struktury porostu a ucelených způsobů hodnocení projevu integrace genotypu s prostředím.

## MATERIÁL A METODA

### Pokus I

Reakce odrůd na změny počtu rostlin na jednotce plochy byla sledována v roce 1982 v Kroměříži v sedmi variantách hustoty, osmkrát opakovaných na parcelách s radiálním uspořádáním řádků (V l a c h, K ř e n, 1984). Počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> odpovídající jednotlivým variantám jsou uvedeny v tab. I. Seto bylo ručně pomocí plechové šablony s otvory o průměru 8 mm. Tím byla dosažena požadovaná přesnost sponu a snadná identifikace jednotlivých rostlin. V plné zralosti byly rostliny sklizeny. Byla zjišťována jejich hmotnost a počet stébel; hmotnost stébel byla dopočítána. Hodnocené odrůdy a novošlechtění jsou uvedeny v záhlaví tab. II. Výsledky byly zpracovány regresní analýzou.

## Pokus 2

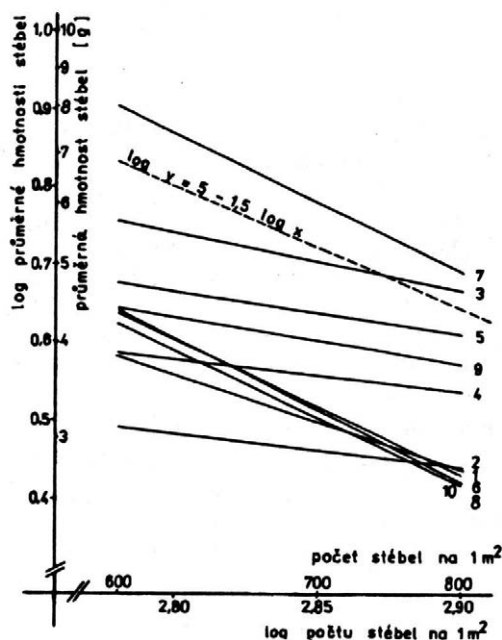
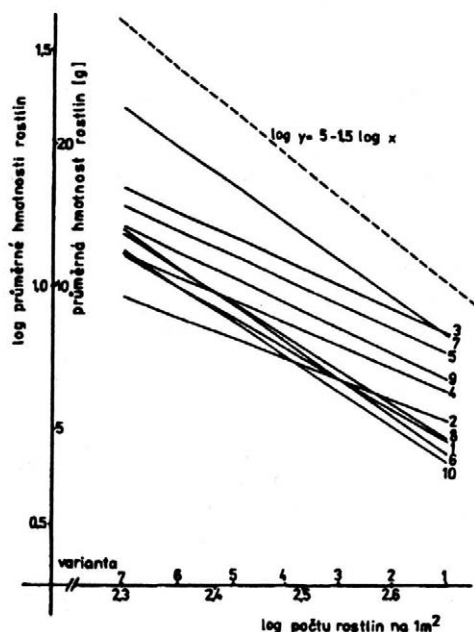
Pokus byl zaset v roce 1985 na Šlechtitelské stanici Bystřice nad Pernštejnem secím strojem typu Oyord na parcelky  $4 \times 10 \text{ m}^2$  dvěma výsevkami, a to 200 a 700 klíčových zrn na  $1 \text{ m}^2$ . V květu a ve zralosti byly z parcellek odebrány rostliny z  $0,5 \text{ m}^2$  pro tato zjištění:

- v květu — celková hmotnost nadzemní biomasy, počet rostlin, počet stébel; dopočítány byly hmotnost průměrné rostliny, hmotnost průměrného stébla a průměrný počet stébel rostliny;
  - ve sklizni — celková hmotnost klasů, počet klasů; dopočítávána byla průměrná hmotnost klasů.
- Hodnocené odrůdy jsou uvedeny v tab. III.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Pokus 1 byl využit k ověření poznatků populační biologie na úrovni rostlin a stébel v porostu. Vlačh, Křen (1984) při stejném způsobu setí rostlin došli k závěru, že při autoregulaci, v závislosti na velikosti úživné plochy rostlin, dochází ke změnám počtu i velikosti stébel. Z důvodů komplexnějšího posouzení autoregulačních vztahů jsme se zaměřili na analýzu hmotnosti rostlin a stébel. Výsledky jsou uvedeny v tab. II a na obr. 1 a 2.

Charakter reakce rostlin i stébel odpovídal vztahům, které uvádějí Yoda et al. (1963). Hodnoty regresních koeficientů se pohybovaly kolem  $-1$  (tab. I). Z toho lze usuzovat, že použité hustoty rostlin se nacházely v intervalu platnosti zákona konečného konstantního výnosu (Kira et al., 1953). Způsob založení porostu umožnil přesné hodnocení autoregulace ( $r = -0,95$  až  $-0,99$ ). Regresní koeficient charakterizoval reakci na zahuštění a  $\log k$  (konstanta lineární regresní rovnice) nosnou kapacitu



1. Reakce deseti odrůd a novošlechtění ozimé pšenice na zahuštění porostu — Reaction of two varieties and new breeds of winter wheat to denser stand (1 KM 30-298-75, 2 KM 20-192-75, 3 Zg 2869, 4 Baranjka, 5 HE 417, 6 Slavia, 7 Viginta, 8 Oděsskaja 66, 9 Mironovská 808, 10 Kormoran)

2. Reakce deseti odrůd a novošlechtění ozimé pšenice na zahuštění porostu (stébla v rozmezí hustoty 600 až 800 stébel na  $1 \text{ m}^2$ ) — Reaction of ten varieties and new breeds of winter wheat to denser stand (density range of 600 to 800 stems per  $1 \text{ m}^2$ ) (1 KM 30-298-75, 2 KM 20-192-75, 3 Zg 2869, 4 Baranjka, 5 HE 417, 6 Slavia, 7 Viginta, 8 Oděsskaja 66, 9 Mironovská 808, 10 Kormoran)



I. Velikost úživné plochy a počty rostlin na 1 m<sup>2</sup> odpovídající jednotlivým variantám hustoty rostlin — Size of nourishment area and the number of plants per 1 m<sup>2</sup> corresponding to different variants of plant density

| Varianta                                          | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Velikost úživné plochy rostlin (cm <sup>2</sup> ) | 21,7 | 25,0 | 28,6 | 33,3 | 38,5 | 43,5 | 50,0 |
| Počet rostlin na 1 m <sup>2</sup>                 | 460  | 400  | 350  | 300  | 260  | 230  | 200  |

II. Charakteristiky reakce odrůd a novošlechtění ozimé pšenice na zahuštění porostu (Kroměříž, 1982) — Characteristics of varieties and new breeds of winter wheat reactions to stand density (Kroměříž, 1982)

| Odrůda<br>(novošlechtění) | Rostliny                                |                                                                 |          |          | Stébła                                 |                                           |                                                                 |          |          |
|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                           | hmotnost<br>průměrné<br>rostliny<br>(g) | charakteristiky lineární<br>regrese logarit-<br>movaných hodnot |          |          | průměrný<br>počet<br>stébel<br>rostlin | hmotnost<br>průměrné-<br>ho stébła<br>(g) | charakteristiky lineární<br>regrese logarit-<br>movaných hodnot |          |          |
|                           |                                         | <i>r</i>                                                        | $\log k$ | <i>b</i> |                                        |                                           | <i>r</i>                                                        | $\log k$ | <i>b</i> |
| KM 30-298-75              | 8                                       | -0,99 <sup>++</sup>                                             | 3,55     | -1,08    | 2,58                                   | 3,05                                      | -0,97 <sup>++</sup>                                             | 3,86     | -1,18    |
| KM 20-192-75              | 7                                       | -0,95 <sup>++</sup>                                             | 2,58     | -0,70    | 2,37                                   | 2,97                                      | -0,65                                                           | 1,63     | -0,41    |
| Zg 2869                   | 12                                      | -0,98 <sup>++</sup>                                             | 3,14     | -0,84    | 2,20                                   | 5,28                                      | -0,90 <sup>++</sup>                                             | 2,70     | -0,70    |
| Baranjka                  | 8                                       | -0,96 <sup>++</sup>                                             | 2,86     | -0,78    | 2,36                                   | 3,53                                      | -0,44                                                           | 1,67     | -0,39    |
| HE 417                    | 11                                      | -0,99 <sup>++</sup>                                             | 3,10     | -0,84    | 2,59                                   | 4,19                                      | -0,73                                                           | 2,15     | -0,53    |
| Slavia                    | 8                                       | -0,95 <sup>++</sup>                                             | 4,11     | -1,30    | 2,53                                   | 3,20                                      | -0,73                                                           | 5,25     | -1,66    |
| Viginta                   | 15                                      | -0,99 <sup>++</sup>                                             | 4,46     | -1,34    | 2,61                                   | 5,65                                      | -0,51                                                           | 5,60     | -1,69    |
| Oděsskaja 66              | 9                                       | -0,95 <sup>++</sup>                                             | 3,85     | -1,19    | 2,41                                   | 3,53                                      | -0,75                                                           | 5,39     | -1,71    |
| Mironovská 808            | 10                                      | -0,99 <sup>++</sup>                                             | 3,15     | -0,88    | 2,39                                   | 3,99                                      | -0,74                                                           | 2,17     | -0,55    |
| Kormoran                  | 8                                       | -0,98 <sup>++</sup>                                             | 3,86     | -1,21    | 2,48                                   | 3,15                                      | -0,81 <sup>+</sup>                                              | 5,18     | -1,64    |

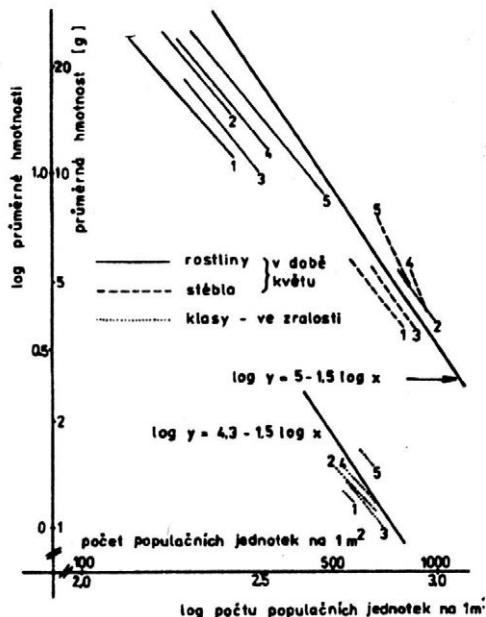
+  $P < 0,05$ , ++  $P < 0,01$

(produktivitu) prostředí pro daný genotyp. Z obr. 1 je zřejmé, že hodnocené odrůdy a novošlechtění bylo možné podle těchto charakteristik rozdělit do tří skupin:

1. Odrůda Viginta je schopná zapojit porost a vytvářet velké množství nadzemní hmoty ve všech hodnocených hustotách ( $b = -1,34$ ;  $\log k = 4,46$ ).
2. Odrůdy KM 30-298-75, Slavia, Oděsskaja 66, Kormoran jsou charakteristické nižšími hodnotami regresního koeficientu ( $b < -1$ ), schopné kompenzovat změny hustoty rostlin, vytvářejí však v daném prostředí (Kroměříž, 1982) menší množství nadzemní hmoty.
3. Odrůdy Zg 2869, HE 417, Mironovská 808, Baranjka, KM 20-192-75 mají menší schopnost reagovat na změnu hustoty ( $b > -1$ ). V rámci této skupiny existovaly

III. Charakteristiky struktury porostu pěti odrůd ozimé pšenice vysetých rozdílným výsevkem (Bystřice nad Pernštejnem, 1986) — Characteristics of stand structure in five varieties of winter wheat sown at different rates (Bystřice nad Pernštejnem, 1986)

| Odrůda  | Výsevek<br>(počet<br>klíčivých<br>zrn<br>na 1 m <sup>2</sup> ) | Hodnoceno v době květnu (18. 6. 1986)                        |                                         |                                         |                                     |                                         | Hodnoceno ve sklizni                               |                                       |                                        |                                |
|---------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
|         |                                                                | celková<br>hmotnost<br>biomasy<br>na 1 m <sup>2</sup><br>(g) | počet<br>rostlin<br>na 1 m <sup>2</sup> | hmotnost<br>průměrné<br>rostliny<br>(g) | počet stébel<br>na 1 m <sup>2</sup> | hmotnost<br>průměrného<br>stébla<br>(g) | celková<br>biomasa<br>klasů<br>na 1 m <sup>2</sup> | počet<br>klasů<br>na 1 m <sup>2</sup> | hmotnost<br>průměrného<br>klasu<br>(g) | výnos<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
| Iris    | 200                                                            | 3243                                                         | 136                                     | 24                                      | 564                                 | 5,75                                    | 676                                                | 538                                   | 1,26                                   | 5,12                           |
|         | 700                                                            | 2931                                                         | 264                                     | 11                                      | 788                                 | 3,72                                    | 685                                                | 566                                   | 1,21                                   | 6,63                           |
| Selekta | 200                                                            | 4257                                                         | 168                                     | 25                                      | 784                                 | 5,43                                    | 761                                                | 566                                   | 1,37                                   | 6,29                           |
|         | 700                                                            | 3795                                                         | 260                                     | 15                                      | 956                                 | 3,97                                    | 754                                                | 656                                   | 1,15                                   | 7,45                           |
| Vala    | 200                                                            | 3621                                                         | 196                                     | 18                                      | 662                                 | 5,47                                    | 736                                                | 508                                   | 1,21                                   | 6,95                           |
|         | 700                                                            | 3109                                                         | 322                                     | 10                                      | 865                                 | 3,59                                    | 715                                                | 694                                   | 1,03                                   | 6,94                           |
| Viginta | 200                                                            | 4469                                                         | 184                                     | 24                                      | 848                                 | 5,27                                    | 791                                                | 549                                   | 1,44                                   | 6,60                           |
|         | 700                                                            | 3814                                                         | 328                                     | 12                                      | 928                                 | 4,11                                    | 982                                                | 686                                   | 1,14                                   | 7,54                           |
| Zdar    | 200                                                            | 5110                                                         | 204                                     | 25                                      | 678                                 | 7,54                                    | 987                                                | 602                                   | 1,64                                   | 8,64                           |
|         | 700                                                            | 4165                                                         | 472                                     | 9                                       | 828                                 | 5,03                                    | 1020                                               | 674                                   | 1,51                                   | 9,23                           |



3. Reakce pěti odrůd ozimé pšenice na hustotu strojového setí — Reaction of five varieties of winter wheat to density of drilling (1 Iris, 2 Selekta, 3 Vala, 4 Viginta, 5 Zdar)

značné rozdíly v množství vytvářené nadzemní hmoty. Nejlepší bylo nšl. Zg 2869, průměrná hmotnost rostliny 11,59 g a nejhorší KM 20-192-75, průměrná hmotnost rostliny 7,04 g.

Z průměrných hodnot počtu stébel rostliny a hmotnosti průměrného stébla je zřejmé, že se hodnocené materiály lišily také ve struktuře porostu. Změna počtu stébel byla převládajícím rysem autoregulace u odrůdy Mironovská 808 a Kormoran, změnou velikosti a produktivity stébel reagovalo především nšl. Zg 2869 a změnou počtu i velikostí stébel odrůda Viginta, případně HE 417. V dopočítávaných hodnotách počtu stébel na 1 m<sup>2</sup> a průměrné hmotnosti stébel byla mnohem větší variabilita než v přímo měřených hmotnostech rostlin. Korelační koeficienty lineárních regresí proto dosahovaly nižších hodnot a většího rozptylu ( $r = -0,44$  až  $-0,97$ ) a jen tři z nich byly statisticky průkazné. Hodnoty regresních koeficientů a log  $k$  byly v souladu s hodnotami zjištěnými na úrovni rostlin, ale došlo ke zvýšení rozdílů mezi jednotlivými genotypy. Rozpětí hodnot regresního koeficientu se zvýšilo z  $-0,70$  až  $-1,34$  na  $-0,39$  až  $-1,71$  a rozpětí hodnot log  $k$  z 2,58 až 4,46 na 1,63 až 5,39. Charakter reakce odrůd a novošlechtění zůstal zachován a bylo možné vytvořit obdobné skupiny jako při hodnocení na úrovni rostlin (obr. 2). Došlo však ke zvýraznění rozdílů mezi skupinami a mezi materiály v rámci třetí skupiny.

Hodnocení autoregulačních schopností odrůd uvedeným způsobem je relativně přesné. Je však náročné na zakládání pokusů. Proto jsme se ve druhém pokusu zaměřili na možnost zachycení poznatých vztahů v běžně setých porostech (pokus 2). Výsledky jsou uvedeny v tab. III a obr. 3. Přestože strojovým setím nebyl v odebíraných vzorcích zajištěn stejný počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> a při odběrech nebylo možné především u vyššího výsevu přesně identifikovat rostliny (při výsevu 700 klíčivých zrn na 1 m<sup>2</sup> bylo v době květu zjištěno 264 až 472 rostlin na 1 m<sup>2</sup>), došlo ke zřetelné diferenciaci odrůd. Protože přímky (úsečky) byly vytvořeny pouze na základě dvou hodnot, je interpretace výsledků omezena na vyhodnocení grafického znázornění.

Stejně jako v předcházejícím případě byly hodnoty regresních koeficientů rostlin větší než  $-1,5$ , tj. u všech odrůd měly úsečky menší sklon než kontrolní přímka a byly vzájemně téměř rovnoběžné. Lišily se však polohou (hodnotami log  $k$ ). Pořadí odrůd

odpovídalo pořadí v konečném výnosu (tab. III) a bylo v souladu s poznatkami o jejich výkonnosti v bramborářském výrobním typu.

Také na úrovni stébel byly potvrzeny poznatky získané při přesném ručním setí. Došlo ke zvýšení hodnot  $\log k$  i regresního koeficientu a k výraznější diferenciaci odrůd. U odrůd, které daly nejvyšší výnosy (Zdar, Viginta) tyto hodnoty převyšovaly parametry kontrolní přímky ( $\log y = 5 - 1,5 \log x$ ).

Se záměrem dalšího zjednodušení analýz byla tato hodnocení provedena také na úrovni klasů (klasy byly uštíženy těsně za prvním článkem klasového větve). Pořadí odrůd bylo obdobné jako v předcházejících případech. Hodnota  $\log k$  se pochopitelně snížila přibližně na 4,3 a úsečky měly také menší sklon než kontrolní přímka ( $\log y = 4,3 - 1,5 \log x$ ).

## ZÁVĚR

Na příkladu čtrnácti odrůd a novošlechtění ozimé pšenice byla prokázána platnost zákonů populační biologie rostlin na úrovni stébel a klasů v porostu (zákon konečného konstantního výnosu a ekologický zákon — 3/2).

Hodnocení autoregulace a produktivity v určitých agroekologických podmínkách lze provádět na základě přímek charakterizujících vztah mezi logaritmem počtu rostlin nebo stébel na 1 m<sup>2</sup> a logaritmem jejich průměrné hmotnosti  $\log y = \log k - b \log x$  ( $x$  = počet rostlin nebo stébel na 1 m<sup>2</sup>,  $y$  = jejich průměrná hmotnost). Regresní koeficient ( $b$ ) charakterizuje reakci na zahuštění a  $\log k$  nosnou kapacitu (produktivitu) prostředí, tj. schopnosti genotypu využívat vegetační faktory lokality.

Tyto informace umožňují hodnotit pouze jednu ze složek interakce genotypu a prostředí (tj. prostředí) a nelze z nich usuzovat na stupeň využívání výnosového potenciálu a vhodnost genotypu pro dané podmínky. Z tohoto hlediska jsou prováděné pokusy a jejich výsledky ekvivalentní běžným zkouškám výkonu.

## Literatura

- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Struktura výnosu zrna ozimé pšenice z hlediska ekologického a šlechtitelského. Genet. a Šlecht., 9, 1973, č. 2, s. 121 — 126.
- GRAFIUS, J. E.: Components of yield in oats; a geometrical interpretation. Agron. J., 48, 1956, s. 419 — 423.
- HEUSER, W.: Die Ertragsanalyse von Getreide-züchtungen. Pflanzenbau, 4, 1927/1928, č. 23, s. 352 — 357.
- KIRA, T. — OGAWA, H. — SHINOZAKI, K.: Intraspecific competition among higher plants. I. Competition — density — yield interrelationships in regularly dispersed populations. J. Inst. Polytechn. Osaka Univ., D 4, 1953, s. 1 — 16.
- MURAVJEV, S. A.: Stebleotbor v zlakovom fitocenoze. Riga, Zinatne 1973.
- REMESLO, V. N. et al.: Značenie vertikálnej i horizontálnej synchronizácie elementov produktivity v formovaní urožaja pšenice intenzívneho typu. Dokl. VASCHNIL, 1979, č. 1, s. 3 — 5.
- STOSKOPF, N. C. — FAIREY, D. T.: Asynchronous tiller maturity — a potential problem in the development of dwarf winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Pl. Breed. Abst., 45, 1975, s. 467 — 472.
- VLACH, M. — KŘEN, J.: Organizace porostu ozimé pšenice v závislosti na počtu rostlin na jednotce plochy. Rostl. Výr., 30, 1984, č. 3, s. 287 — 294.
- YODA, K. — KIRA, T. — OGAWA, H. — HOZUMI, K.: Self thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. J. biol. Osaka City Univ., 14, 1963, s. 107 — 129.

Došlo dne 10. 4. 1989

KŘEN, J. (OSEVA — Cereal Research and Breeding Institute, Kroměříž): Autoregulation and the regularities of plant population biology in the wheat stand. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 839 — 845.

The validity of the regularities of plant population biology on the level of stems and ears (so called modules) in the stand was demonstrated on the sample of 14 winter wheat varieties and new breeds. Autoregulation and productivity under certain agroecological conditions can be evaluated on the basis of the linear relationship between the logarithm of the number of plants or stems per 1 m<sup>2</sup> and the logarithm of their average weight. Thus is possible to evaluate only one component of the genotype x environment interaction, i. e. the differences between genotypes in the utilization of the vegetation factors of locality or the diffe-

rences between localities. The Viginta and Zdar varieties were noted for the highest biomass production, for their high ability to form a dense stand and to produce a high yield. The best autoregulation with a change in stand density was found in the Viginta, Slavia and Odesskaya 66 varieties.

winter wheat; plants; stems; autoregulation in the stand

KŘEN, J. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreideanbau, Kroměříž): *Autoregulation und Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenpopulationsbiologie im Weizenbestand*. Rostl. Vyr., 36, 1990 (8): 839 — 845.

Am Beispiel von 14 Winterweizensorten und Neuzüchtungen wurde die Gültigkeit der Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenpopulationsbiologie auf dem Niveau der Halme und Ähren (sog. Module) im Bestand nachgewiesen. Eine Bewertung der Autoregulation und Produktivität unter bestimmten agroökologischen Bedingungen kann auf der Grundlage der linearen Beziehung zwischen dem Logarithmus der Pflanzen — oder Halmzahl pro 1 m<sup>2</sup> und dem Logarithmus ihrer mittleren Masse vorgenommen werden. Auf diese Weise kann allerdings nur einer von Komponenten der Interaktion Genotyp x Umwelt, d.h. der Unterschied zwischen den Genotypen in Bezug auf Versetzung der Vegetationsfaktoren der Lokalität oder der Unterschiede zwischen Lokalitäten, falls der Genotyp auf mehreren Lokalitäten geprüft wird, bewertet werden. Durch höchste Biomassebildung, Bestandesschlußvermögen sowie höchsten Ertrag waren die Sorten Viginta und Zdar gekennzeichnet. Die beste Autoregulation bei Veränderung der Pflanzendichte wurde bei den Sorten Viginta, Slavia und Odesskaya 66 verzeichnet.

Winterweizen; Pflanzen; Halme; Autoregulation im Bestand

---

*Adresa autora:*

Ing. Jan K ř e n, CSc., OSEVA — Koncernový výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

---



## DIE SAUERGRÄSER - SCHLÜSSEL ZU IHRER BESTIMMUNG IM BLÜTENLOSEN ZUSTAND

### KYSLÉ TRÁVY - KLÚČ K ICH URČOVANIU V BEZKVETOM STAVE

A. Petersen, W. Petersen, G. Wacker

Berlin, Akademie Verlag 1989, 91 s. 9 obr., 6 tab., cena 18 M

Práca je dielom svetoznámeho odborníka z oblasti botaniky a produkcie trávnych spoločenstiev a nadväzuje na jeho predchádzajúce diela: *Dateliny a d'atelinovité ako kultúrne rastliny*, *Divoké rastliny a buriny na poliach, lúkach a pasienkoch*, *Trávy, Trávy ako kultúrne rastliny a buriny na lúkach, pasienkoch a na poliach*. Prof. Asmus Petersen bol dlhoročným pracovníkom Výskumného ústavu pre lúky a pasienky a rašeliny v Paulinenaue pri Berlíne. Predkladaná práca je upravená jeho predchádzajúcim žiakom a spolupracovníkom prof. G. Wackerom.

Kyslé trávy čeľade *Cyperaceae* a rodmi *Scirpus*, *Eriophorum* a *Carex* sú rozšírené po celej Zemi a predstavujú približne 3700 druhov. Autor sa v úvodnej stati zaoberá ich hlavnými morfológickými znakmi, ktorými sa odlišujú od hospodársky významných druhov tráv.

V druhej časti sa nachádza praktický kľúč k rozlišovaniu jednotlivých rodov a ich druhov podľa morfológických zvláštností listov, stebiel a koreňov. V tretej, najdôležitejšej časti sa autor venuje kŕmnej hodnote jednotlivých rodov a druhov, stanovištným podmienkam, za ktorých sa udržiavajú v prírode, ako aj rôznym spôsobom boja proti nim. Z tohto hľadiska ich delí na kyslé trávy vlhkých stanovišť, bežných, stredných lúčnopasienkových spoločenstiev, suchých oblastí, horských a alpských oblastí, lesných spoločenstiev a zasolených pôd.

Co sa týka ich kŕmnej hodnoty, autor poukazuje na pomerne vysoké úrody niektorých druhov (*Carex gracilis*, *Carex acutiformis*, *Phalaris arudinacea*, *Phragmites australis*, *Molinia caerulea*), ktoré sa v osobitných podmienkach môžu aj hospodársky využívať. Ináč majú v prírode dôležitú funkciu ochrannú. Boj proti nim je pomerne ľahký najmä na vlhkých stanovištiach, kde je základnou podmienkou odvodnenie stanovišť. V mnohých prípadoch postačuje na ich premenu na kvalitné lúky a pasienky len samotné hnojenie, pretože hodnotné druhy tráv, ktoré obyčajne dobre zareagujú na tento zásah, vytlačia svojou biologickou aktivitou nižšie vzrastné kyslé trávy. Veľmi dôležité je každoročné kosenie. V iných prípadoch sa odporúča orba s úpravou pôdných pomerov.

Kniha je určená pre odborníkov z oblasti lúkárstva a pasienkárstva, meliorátorom, pracovníkom v oblasti ekológie, lesníctva a pod.

Ing. Jozef Habovštiak, CSc.

T. Komprda, M. Smejkal, B. Nedbálková

KOMPRDA, T. — SMEJKAL, M. — NEDBÁLKOVÁ, B. (Vysoká škola zemědělská, Brno; Ústav pro vědeckou soustavu hospodaření, oblastní stanice Velké Meziříčí; OSEVA — Výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský, Troubsko): *Produkční energie vybraných odrůd ovsa sklizených v různé vegetační fázi*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 847 — 856.

Zdokonalený model výpočtu energetické produkční účinnosti (PE) objemných krmiv na bázi metabolizovatelné energie (ME) pro tvorbu mléka (po splnění záchovných požadavků), vycházející z laboratorního měření stravitelnosti sušiny, byl použit pro výpočet závislosti PE senážního ovsa (sledováno šest odrůd v průběhu pěti let) na vegetační fázi. PE křivka je superpozicí energetické a výnosové složky (mezi nimi je záporný vztah,  $r = -0.80^{**}$ ) a vykazuje optimum ve fenofázi butonizace. Rozdíl mezi odrůdami v teoretické produkci mléka při sklizni v optimální fenofázi je až 3000 kg z 1 ha. Rozsah časového intervalu dat sklizně pro jednotlivé odrůdy je devět dní. Průběh křivky PE na bázi škrobových jednotek (ŠJ) se výrazně liší od průběhu křivky PE na bázi ME.

metabolizovatelná energie; konverze energie; senážní oves; optimum sklizně

Výpočet energetické hodnoty objemných krmiv na základě Kellnerova systému škrobových jednotek (ČSN 46 7070; 46 7093) se zejména s ohledem na přesnou předpověď produkce mléka ukazuje jako nedostatečný (De B a b a n d e r et al., 1982). V zemědělsky vyspělých zemích jsou již delší dobu používány energetické krmné standardy, vycházející z nových poznatků nutriční energetiky přežvýkavců (G a r r e t t, J o h n s o n, 1983). Těchto poznatků použili v našich podmínkách např. autoři K o m p r d a et al. (1988a) pro hodnocení produkční energie u jetelovin.

Cílem práce bylo předložit zdokonalenou verzi systému metabolizovatelné energie pro výpočet produkční účinnosti objemných krmiv, srovnat průběh křivky energetické produkční účinnosti (vypočtené navrženým modelem a systémem škrobových jednotek) senáží šesti odrůd ovsa v závislosti na vegetační fázi a na základě vrcholu výše uvedené křivky se pokusit o určení optimální doby sklizně ovsa na senáž.

## MATERIÁL A METODA

Vzorky šesti odrůd ovsa (Hermes, Flámings Nova, Orlík, Pan, Alfréd, David) pro chemický rozbor základních živin (ZOL ACHP Třebíč) a stanovení stravitelnosti sušiny *in vitro* (IVDMD v %) metodou, kterou popsal L a m p e t e r (1970), byly odebírány v třídních intervalech od poloviny června do konce srpna v průběhu let 1983 až 1987 z provozních ploch JZD Okříšky v okrese Třebíč.

Energetická produkční účinnost na základě metabolizovatelné energie (ME) byla vypočtena tímto postupem:

1. Výpočet koncentrace metabolizovatelné energie (ME, MJ.kg<sup>-1</sup>)

$$ME = IVDMD \times 13,56 \quad [1]$$

2. Stanovení záchovné potřeby energie (ME<sub>M</sub>, MJ.d<sup>-1</sup>)

$$ME_M = NE_M / K_M \quad [2]$$

NE<sub>M</sub> (MJ.d<sup>-1</sup>) je záchovná potřeba nettoenergie vypočtená podle vztahu:

$$NE_M = 0,32 \cdot W^{0,75} \quad [3]$$

kde  $W$  (zde  $W = 500$ ) je hmotnost zvířete v kg. Účinnost využití ME na záchovnou potřebu ( $K_M$ ) byla vypočtena podle regresního vztahu:

$$y = 0,0167x + 0,521 \quad [4]$$

kde  $x$  je ME a  $y$  je  $K_M$ .

3. Stanovení potřeby energie na tvorbu mléka ( $ME_L$ , MJ.kg<sup>-1</sup>)

$$ME_L = NE/K_L \quad [5]$$

$NE$  (MJ.kg<sup>-1</sup>) je potřeba nettoenergie na tvorbu 1 kg mléka o obsahu tuku 4 %, která má hodnotu 3,097 MJ.kg<sup>-1</sup>. Na výpočet účinnosti využití ME na tvorbu mléka ( $K_L$ ) bylo použito regresního vztahu:

$$y = -0,3217 + 0,1764x - 0,00792x^2 \quad [6]$$

kde  $x$  je ME a  $y$  je  $K_L$ .

4. Výpočet energetické produkční účinnosti z 1 kg sušiny ( $P_{ME}$ , kg.kg<sup>-1</sup>), resp. z jednotky plochy ( $PE_{ME}$ , kg.ha<sup>-1</sup>) (K o m p r d a et al., 1988b)

$$P_{ME} = \frac{ME - 0,07 ME_M}{ME_L} \quad [7]$$

$$PE_{ME} = P_{ME} \cdot Y \quad [8]$$

$Y$  je výnos sušiny v kg.ha<sup>-1</sup>.

Alternativně byla energetická produkční účinnost vyjádřena na základě systému škrobových jednotek (ŠJ). Škrobová hodnota (ŠH) vypočtená podle ČSN 46 7093 byla vyjádřena jako koncentrace nettoenergie ( $NE$ , MJ.kg<sup>-1</sup>). Odpovídající hodnota  $P_{SH}$  byla vypočtena podle vztahu [7], do kterého byla místo hodnoty ME dosazena výše uvedená hodnota  $NE$  a místo hodnot  $ME_M$ , resp.  $ME_L$  hodnota  $NE_M$  (záchovná potřeba energie pro dojnice o hmotnosti 500 kg 2,60 ŠJ.den<sup>-1</sup>), resp. hodnota  $NE_L$  (potřeba energie na tvorbu 1 kg mléka o obsahu tuku 4 % 0,31 ŠJ) podle ČSN 46 7070. Hodnota  $PE_{SH}$  byla vypočtena podle vztahu [8], do kterého byla dosazena hodnota  $P_{SH}$  místo  $P_{ME}$ .

Průměrné hodnoty energetické produkční účinnosti ( $P$ , resp.  $PE$ ) přes všechny odrůdy a všechny sklizňové roky byly pro danou fenofázi vypočteny oběma modely. Pomocí modelu ME byly vypočteny hodnoty závislosti energetické produkční účinnosti  $PE$  na fenofázi pro jednotlivé odrůdy a vrcholy těchto křivek byly vzájemně srovnány jednak co do velikosti a jednak v závislosti na průměrném datu sklizně pro všechny sledované roky.

Matematicko-statistická analýza výsledků byla provedena podle práce, kterou publikovali R o d , V o n d r á č e k (1975).

## VÝSLEDKY

Korelační koeficienty mezi jednotlivými sledovanými znaky udává tab. I, z níž jsou patrné záporný vztah mezi výnosem a obsahem energie a výrazná participace výnosové složky v hodnotě produkční účinnosti, zvláště v případě ŠJ.

Základní statistické charakteristiky závislosti výnosu ( $Y$ ), škrobové hodnoty (ŠH) a koncentrace metabolizovatelné energie (ME) na fenofázi pro šest odrůd a pět sklizňových let jsou uvedeny v tab. II. Grafické znázornění této závislosti pro střední hodnoty tří uvedených ukazatelů uvádí obr. 1, z něhož je patrný mnohem zřetelnější pokles hodnot ME oproti ŠH až do období konce kvetení (fenofáze 10.5.4 dle Feekese) a pouze nepatrný vzestup ve fenofázi 11.1 (mléčná zralost). U ŠH dochází v této fenofázi naopak k výraznému vzestupu.

Oběma modely vypočtené hodnoty produkční účinnosti jsou statisticky zpracovány v tab. III. Závislost střední hodnoty produkční účinnosti ( $P$  resp.  $PE$ ) na fenofázi (přes šest odrůd a pět let) je graficky znázorněna na obr. 2. Průběh křivky  $P_{SH}$  je nevýrazný, dochází pouze k mírnému poklesu na počátku kvetení (fenofáze 10.5.1), naopak křivka  $P_{ME}$  vykazuje v souladu s křivkou ME (obr. 1) prudký pokles až do konce kvetení (fenofáze 10.5.4). Křivka  $PE_{ME}$  má dva vrcholy, ve fázi butonizace a mléčné zralosti

I. Vztah mezi sledovanými znaky [výnos  $Y$  ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ); škrobová hodnota  $\text{SH}$ ; koncentrace metabolizovatelné energie  $\text{ME}$  ( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ); produkční účinnost  $P$  ( $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ );  $\text{PE}$  ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )]; průměrná hodnota šesti odrůd v průběhu pěti let – The relationship between the traits studied [the yield  $Y$  ( $\text{kg per ha}$ ); starch value  $\text{SH}$ ; concentration of metabolizable energy  $\text{ME}$  ( $\text{MJ per kg}$ ); production effectiveness  $P$  ( $\text{kg per kg}$ );  $\text{PE}$  ( $\text{kg per ha}$ )]; average values of six varieties in five years

| Vztah                                                | $r$           |
|------------------------------------------------------|---------------|
| $\text{SH} \times Y$                                 | $-0,382^{++}$ |
| $\text{ME} \times Y$                                 | $-0,802^{++}$ |
| $\text{ME} \times \text{SH}$                         | $0,610^{++}$  |
| $P_{\text{ME}} \times P_{\text{SH}}$                 | $0,611^{++}$  |
| $\text{PE}_{\text{ME}} \times \text{PE}_{\text{SH}}$ | $0,554^{++}$  |
| $\text{PE}_{\text{ME}} \times Y$                     | $0,484^{++}$  |
| $\text{PE}_{\text{ME}} \times \text{ME}$             | $0,033$       |
| $\text{PE}_{\text{SH}} \times Y$                     | $0,952^{++}$  |
| $\text{PE}_{\text{SH}} \times \text{ME}$             | $-0,166^{+}$  |

$+ P < 0,05$   $++ P < 0,01$

a v pozdějších fenofázích mnohem nižší hodnoty než křivka  $\text{PE}_{\text{SH}}$ , která má pouze jeden vrchol ve fázi mléčné zralosti.

Základní statistické charakteristiky závislosti  $\text{PE}_{\text{ME}}$  na fenofázi, v tomto případě pro jednotlivé odrůdy, uvádí tab. IV. Tab. V, která udává vrcholy křivek produkční účinnosti ( $\text{PE}_{\text{ME}}$ ) pro jednotlivé odrůdy, byla sestavena na základě grafického znázornění údajů tab. IV (ve výsledcích neuvedeno). Čísla fenofází jsou zde převedena na časový interval dnů sklizně. Z tab. V vyplývá, že v optimální fenofázi dosahuje nejvyšší produkce mléka z 1 ha odrůda David (12 200 kg), optimální doba sklizně je pro většinu odrůd ve fázi metání (10,2 až 10,3), což koresponduje s křivkou  $\text{PE}_{\text{ME}}$  na obr. 2, a maximální rozsah časového intervalu dat sklizně pro jednotlivé odrůdy v optimální fenofázi je devět dní.

## DISKUSE

Rozdílný koeficient přepočtu z hodnoty stravitelnosti na hodnotu koncentrace  $\text{ME}$  (rovnice [1]) oproti práci, kterou publikovali K o m p r d a et al. (1988b), je důsledkem různé inkubační doby: 48 h *in vitro*, 24 h *in situ*.

Regresní rovnice [4] výpočtu účinnosti konverze  $\text{ME}$  pro záchov ( $K_M$ ) je srovnatelná s britskou normou ARC (1980) i s údaji, které uveřejnil V a n E s (1975), za předpokladu, že u objemného krmiva je variabilita v hodnotě brutto-energie mnohem nižší než v hodnotě  $\text{ME}$  (M c D o n a l d et al., 1973). V tomto případě je možno metabolizovatelnost v regresním vztahu pro výpočet  $K_M$  nahradit hodnotou  $\text{ME}$ .

Obdobně se rovnice [6] za stejného předpokladu neliší od průměru regresí pro výpočet účinnosti využití  $\text{ME}$  pro syntézu mléka ( $K_L$ ) podle ARC (1980), NRC (1978), resp. podle V a n E s e (1975). Pro vzorky s vysokou koncentrací  $\text{ME}$  poskytuje však rovnice [6] nižší hodnoty  $K_L$ , což je v souladu s obecným vztahem mezi příjmem a retencí energie (B l a x t e r, B o y n e, 1978).

Rozdílný průběh křivek (obr. 1) škrobové hodnoty ( $\text{SH}$ ) a metabolizovatelné energie ( $\text{ME}$ ) je ovlivněn způsobem výpočtu obou hodnot: hodnoty  $\text{ME}$  jsou vypočteny na základě aktuální stravitelnosti každého vzorku dané vegetační fáze, kdežto škrobové

II. Závislost výnosu, škrobové hodnoty ŠH a koncentrace metabolizovatelné energie ME na fenofázi (průměrné hodnoty šesti odrůd a pěti let) — Dependence of yield, starch value ŠH and concentration of metabolizable energy ME on the phenological stage (average values of six varieties and five years)

| Fenofáze<br>dle<br>Feekese | Výnos (kg.ha <sup>-1</sup> ) |           |      |       | ŠH |                   |      |       | ME (MJ.kg <sup>-1</sup> ) |           |      |       |
|----------------------------|------------------------------|-----------|------|-------|----|-------------------|------|-------|---------------------------|-----------|------|-------|
|                            | n                            | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ | n  | $\bar{x}$         | s    | $V_x$ | n                         | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ |
| 8.                         | 11                           | 3491      | 1228 | 35,17 | 16 | 60,85             | 1,34 | 2,35  | 16                        | 10,96     | 0,30 | 2,74  |
| 9.                         | 14                           | 4013      | 1107 | 27,59 | 18 | 61,42             | 1,59 | 2,59  | 18                        | 10,99     | 0,22 | 2,00  |
| 10.                        | 24                           | 4999      | 881  | 17,63 | 24 | 60,8 <sup>o</sup> | 2,23 | 3,66  | 24                        | 10,63     | 0,47 | 4,42  |
| 10.1.                      | 12                           | 6238      | 1373 | 22,01 | 12 | 61,00             | 1,19 | 1,95  | 12                        | 10,44     | 0,37 | 3,54  |
| 10.2.                      | 15                           | 7381      | 1497 | 20,28 | 15 | 60,43             | 1,82 | 3,01  | 15                        | 9,72      | 0,71 | 7,30  |
| 10.3.                      | 12                           | 7762      | 1891 | 24,36 | 15 | 59,89             | 1,64 | 2,74  | 15                        | 9,91      | 0,46 | 4,64  |
| 10.4.                      | 15                           | 8379      | 1665 | 12,67 | 16 | 59,52             | 1,60 | 2,69  | 16                        | 9,23      | 0,67 | 7,26  |
| 10.5.                      | 18                           | 8953      | 2096 | 24,41 | 18 | 58,21             | 1,18 | 2,03  | 20                        | 8,58      | 0,75 | 8,74  |
| 10.5.1.                    | 17                           | 9881      | 1735 | 17,55 | 17 | 58,69             | 1,37 | 2,33  | 17                        | 8,81      | 0,66 | 7,49  |
| 10.5.2.                    | 7                            | 10894     | 2137 | 19,62 | 7  | 58,89             | 0,75 | 1,27  | 7                         | 7,81      | 0,85 | 10,88 |
| 10.5.3.                    | 6                            | 10424     | 1873 | 17,97 | 6  | 58,43             | 1,13 | 1,93  | 6                         | 7,60      | 0,48 | 6,32  |
| 10.5.4.                    | 13                           | 10744     | 1590 | 14,80 | 13 | 58,98             | 1,67 | 2,83  | 13                        | 8,29      | 0,79 | 9,53  |
| 11.1.                      | 20                           | 11984     | 1392 | 11,61 | 20 | 60,08             | 0,97 | 1,61  | 20                        | 8,31      | 0,55 | 6,62  |
| 11.2.                      | 20                           | 12157     | 1296 | 10,66 | 20 | 59,87             | 2,70 | 4,51  | 20                        | 8,08      | 0,89 | 11,01 |
| 11.3.                      | 16                           | 11559     | 1238 | 10,71 | 17 | 56,58             | 3,16 | 5,59  | 17                        | 7,88      | 0,78 | 9,90  |
| 11.4.                      | 10                           | 11525     | 1577 | 13,69 | 10 | 54,24             | 2,09 | 3,85  | 11                        | 7,44      | 0,74 | 9,95  |

hodnoty na základě tabulkových koeficientů stravitelnosti. Rozdílnou přesnost výpočtu i samotné škrobové hodnoty při použití laboratorního stanovení stravitelnosti, resp. tabulkových koeficientů stravitelnosti udávají V e n c l et al. (1982), a to ve prospěch první metody.

Křivka  $P_{SH}$  vykazuje na rozdíl od křivky  $P_{ME}$  velmi malé změny v průběhu vegetační fáze. To je hlavně důsledek způsobu stanovení záchovných a produkčních požadavků. V rovnici [7] se hodnoty  $ME_M$  i  $ME_L$  mění v závislosti na koncentraci energie krmiva, kdežto v případě systému ŠJ jsou odpovídající hodnoty  $NE_M$ , resp.  $NE_L$  konstantní. Neschopnost postihnout změny energetických (záchovných i produkčních) požadavků zvířete na základě změn vstupní koncentrace energie je jedním z nedostatků systému škrobových jednotek. To potvrzuje už B l a x t e r (1962).

V důsledku výše uvedeného průběhu křivky  $P_{SH}$  je pro tvar křivky  $PE_{SH}$  (obr. 2) rozhodující výnosová složka. Odpovídající křivka  $PE_{ME}$  (obr. 2) má dva vrcholy, čímž se liší od obdobné závislosti pro vojtěšku, která vykazuje pouze jeden vrchol ve fenofázi konec butonizace (O p i c h a l et al., 1983). Rozdíl je způsoben velkým nárůstem výnosu sušiny v pozdějších fenofázích v případě ovsa. I když oba vrcholy křivky  $PE_{ME}$  jsou co do velikosti zhruba stejné úrovně, produkce mléka z 1 kg sušiny je ve fázi 10.3 1,25 kg a ve fenofázi 11.1 0,85 kg (křivka  $P_{ME}$  na obr. 2).

III. Závislost energetické produkční účinnosti na fenofázi (průměrné hodnoty šesti odrůd v průběhu pěti let) — Dependence of energetic production efficiency on phenological stage (average values of six varieties in five years)

| Fenofáze<br>dle Feekese | PŠH (kg.kg <sup>-1</sup> ) |           |      |       | PME (kg.kg <sup>-1</sup> ) |           |      |       | PEŠH (kg.ha <sup>-1</sup> ) |           |      |       | PEME (kg.ha <sup>-1</sup> ) |           |      |       |
|-------------------------|----------------------------|-----------|------|-------|----------------------------|-----------|------|-------|-----------------------------|-----------|------|-------|-----------------------------|-----------|------|-------|
|                         | n                          | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ | n                          | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ | n                           | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ | n                           | $\bar{x}$ | s    | $V_x$ |
| 8.                      | 16                         | 1,38      | 0,05 | 3,39  | 16                         | 1,62      | 0,08 | 4,75  | 11                          | 5271      | 610  | 11,58 | 11                          | 6094      | 773  | 12,69 |
| 9.                      | 18                         | 1,40      | 0,05 | 3,50  | 15                         | 1,62      | 0,08 | 5,05  | 14                          | 5685      | 1657 | 29,15 | 14                          | 6531      | 1866 | 28,57 |
| 10.                     | 24                         | 1,38      | 0,07 | 5,11  | 24                         | 1,54      | 0,11 | 6,86  | 24                          | 6923      | 1360 | 19,04 | 24                          | 7611      | 1432 | 18,81 |
| 10.1.                   | 12                         | 1,39      | 0,04 | 2,70  | 14                         | 1,48      | 0,14 | 9,52  | 11                          | 8737      | 2129 | 24,37 | 12                          | 9229      | 2039 | 22,09 |
| 10.2.                   | 15                         | 1,37      | 0,05 | 3,72  | 15                         | 1,30      | 0,19 | 14,49 | 15                          | 10117     | 2071 | 20,47 | 15                          | 9579      | 2512 | 26,22 |
| 10.3.                   | 15                         | 1,35      | 0,05 | 3,47  | 15                         | 1,35      | 0,13 | 9,95  | 12                          | 10520     | 2624 | 24,94 | 12                          | 10539     | 2332 | 22,13 |
| 10.4.                   | 16                         | 1,34      | 0,05 | 3,81  | 16                         | 1,16      | 0,19 | 16,69 | 15                          | 11173     | 1994 | 17,85 | 15                          | 9537      | 1759 | 18,45 |
| 10.5.                   | 18                         | 1,30      | 0,04 | 2,78  | 20                         | 0,98      | 0,21 | 21,43 | 18                          | 11635     | 2821 | 24,25 | 18                          | 8578      | 2383 | 27,78 |
| 10.5.1.                 | 17                         | 1,31      | 0,04 | 2,85  | 18                         | 1,04      | 0,18 | 17,11 | 17                          | 12976     | 7463 | 57,52 | 17                          | 10227     | 2586 | 25,28 |
| 10.5.2.                 | 7                          | 1,32      | 0,03 | 2,52  | 7                          | 0,78      | 0,22 | 28,17 | 7                           | 14360     | 2800 | 15,50 | 7                           | 8273      | 2292 | 27,71 |
| 10.5.3.                 | 6                          | 1,31      | 0,03 | 2,17  | 5                          | 0,74      | 0,15 | 20,67 | 6                           | 13643     | 2719 | 19,93 | 6                           | 7445      | 1837 | 24,67 |
| 10.5.4.                 | 13                         | 1,32      | 0,05 | 3,63  | 13                         | 0,91      | 0,20 | 21,80 | 13                          | 14223     | 2285 | 16,07 | 13                          | 9668      | 2349 | 24,29 |
| 11.1.                   | 20                         | 1,36      | 0,04 | 3,04  | 19                         | 0,91      | 0,17 | 18,40 | 20                          | 16274     | 1882 | 11,56 | 20                          | 10858     | 2248 | 20,70 |
| 11.2.                   | 20                         | 1,35      | 0,09 | 6,67  | 20                         | 0,85      | 0,23 | 27,23 | 19                          | 16360     | 1295 | 7,92  | 20                          | 10315     | 2614 | 25,34 |
| 11.3.                   | 17                         | 1,24      | 0,10 | 8,21  | 15                         | 0,79      | 0,21 | 25,97 | 16                          | 14320     | 1542 | 10,77 | 13                          | 9153      | 2231 | 24,37 |
| 11.4.                   | 10                         | 1,17      | 0,07 | 5,74  | 11                         | 0,68      | 0,19 | 27,46 | 10                          | 13495     | 2138 | 15,84 | 10                          | 7773      | 2528 | 32,52 |



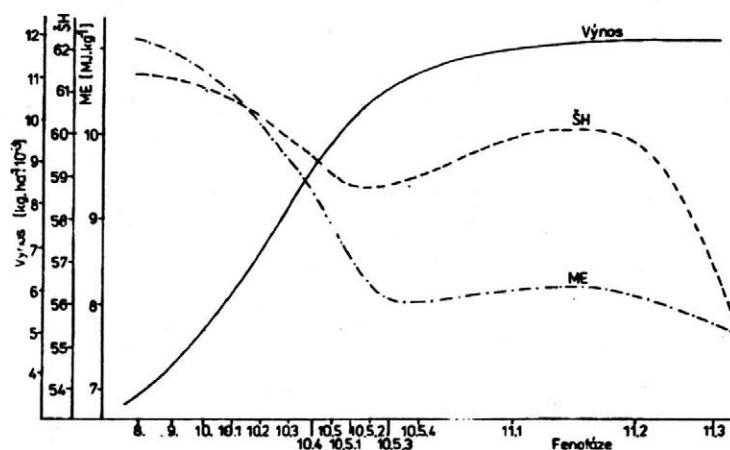
IV. Závislost energetické produkční účinnosti  $PE_{ME}$  ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) na fenofázi pro jednotlivé odrůdy — Dependence of energetic production efficiency  $PE_{ME}$  (kg per ha) on phenological stage for individual varieties

| Fenofáze<br>dle Feekese | Hermes |           |      |       | Pan |           |      |       | Flämings Nova |           |      |       |
|-------------------------|--------|-----------|------|-------|-----|-----------|------|-------|---------------|-----------|------|-------|
|                         | $n$    | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ | $n$ | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ | $n$           | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ |
| 8.                      | 2      | 5957      | 351  | 5,89  | 3   | 6571      | 1116 | 16,98 |               |           |      |       |
| 9.                      | 3      | 6300      | 2551 | 40,49 | 2   | 6335      | 1884 | 29,75 | 2             | 5184      | 1124 | 21,68 |
| 10.                     | 5      | 7189      | 1406 | 19,56 | 5   | 8313      | 466  | 5,61  | 4             | 7155      | 1775 | 24,80 |
| 10.1.                   | 3      | 10393     | 1006 | 9,68  | 2   | 10089     | 2512 | 24,89 | 2             | 6331      | 1781 | 28,12 |
| 10.2.                   | 3      | 8444      | 1494 | 17,69 | 4   | 11124     | 3532 | 31,76 | 3             | 8643      | 335  | 3,88  |
| 10.3.                   |        |           |      |       | 2   | 12344     | 556  | 0,45  | 4             | 8211      | 682  | 8,31  |
| 10.4.                   | 3      | 8812      | 1402 | 15,91 | 4   | 9418      | 574  | 6,09  |               |           |      |       |
| 10.5.                   | 4      | 8316      | 1620 | 19,36 | 2   | 8419      | 4488 | 53,31 | 5             | 8895      | 2311 | 25,98 |
| 10.5.1.                 | 3      | 10983     | 5077 | 46,23 | 3   | 10415     | 1640 | 15,75 | 3             | 9532      | 1345 | 14,11 |
| 10.5.2.                 |        |           |      |       |     |           |      |       | 2             | 8530      | 0,71 | 0,01  |
| 10.5.3.                 | 2      | 7696      | 2172 | 28,23 |     |           |      |       |               |           |      |       |
| 10.5.4.                 | 3      | 7753      | 2526 | 32,58 | 4   | 9926      | 1894 | 19,08 | 3             | 8758      | 1852 | 21,15 |
| 11.1.                   | 4      | 10208     | 1971 | 19,30 | 4   | 11634     | 3808 | 32,73 | 3             | 9404      | 847  | 9,01  |
| 11.2.                   | 4      | 9500      | 1457 | 15,34 | 4   | 9381      | 3992 | 42,55 | 4             | 10890     | 1253 | 11,51 |
| 11.3.                   | 3      | 8638      | 2018 | 23,23 | 3   | 7709      | 1371 | 17,78 | 4             | 9122      | 1226 | 13,44 |
| 11.4.                   | 2      | 6402      | 1857 | 29,00 | 2   | 7978      | 2569 | 32,20 | 3             | 10558     | 1896 | 17,96 |

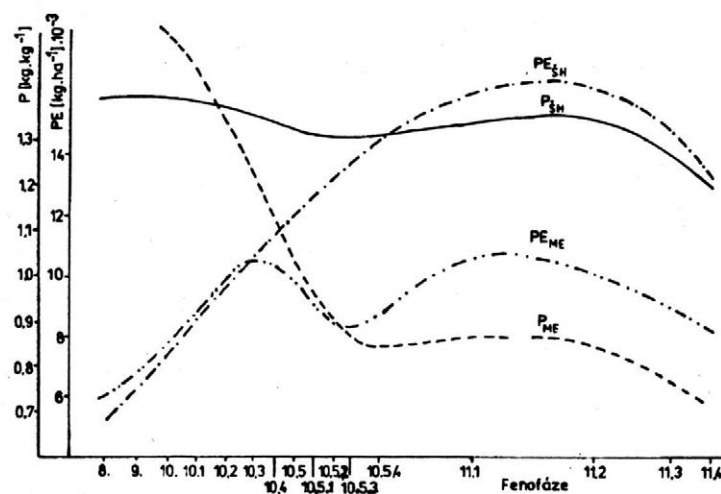
| Fenofáze<br>dle Feekese | Alfréd |           |      |       | Orlík |           |      |       | David |           |      |       |
|-------------------------|--------|-----------|------|-------|-------|-----------|------|-------|-------|-----------|------|-------|
|                         | $n$    | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ | $n$   | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ | $n$   | $\bar{x}$ | $s$  | $V_x$ |
| 8.                      | 2      | 5459      | 13   | 0,923 | 2     | 5884      | 996  | 16,93 | 2     | 6448      | 808  | 12,72 |
| 9.                      | 2      | 6180      | 2550 | 41,26 | 3     | 6756      | 1137 | 16,83 | 2     | 8384      | 2711 | 32,34 |
| 10.                     | 3      | 8300      | 920  | 11,08 | 4     | 7034      | 1707 | 24,28 | 3     | 8768      | 2411 | 27,49 |
| 10.1.                   | 3      | 9661      | 1595 | 16,51 |       |           |      |       |       |           |      |       |
| 10.2.                   |        |           |      |       | 2     | 9361      | 3285 | 35,09 | 3     | 9736      | 3100 | 31,84 |
| 10.3.                   | 2      | 10432     | 1676 | 16,06 |       |           |      |       | 2     | 13978     | 98   | 0,70  |
| 10.4.                   | 3      | 9618      | 1337 | 13,90 | 2     | 9585      | 4477 | 46,71 | 2     | 9951      | 3251 | 32,67 |
| 10.5.                   |        |           |      |       | 4     | 8047      | 1875 | 23,30 | 2     | 9785      | 5597 | 57,20 |
| 10.5.1.                 | 2      | 10677     | 2232 | 20,91 | 3     | 9279      | 3712 | 40,01 | 3     | 10625     | 1875 | 17,65 |
| 10.5.2.                 |        |           |      |       |       |           |      |       |       |           |      |       |
| 10.5.3.                 |        |           |      |       |       |           |      |       |       |           |      |       |
| 10.5.4.                 |        |           |      |       |       |           |      |       |       |           |      |       |
| 11.1.                   | 2      | 11723     | 2114 | 18,04 | 3     | 11494     | 2757 | 23,99 | 3     | 11256     | 1605 | 14,26 |
| 11.2.                   | 2      | 11531     | 4614 | 40,01 | 3     | 9881      | 3128 | 31,65 | 3     | 11505     | 2729 | 23,72 |
| 11.3.                   | 2      | 10840     | 2541 | 23,44 | 2     | 9641      | 2379 | 24,68 | 2     | 9210      | 5188 | 56,33 |
| 11.4.                   |        |           |      |       |       |           |      |       |       |           |      |       |

Pro fenofáze 10.5.2 až 10.5.4 a 11.4 nebyla získána příslušná data.

| Odrůda        | $PE_{ME}$ ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) | Fenofáze dle Feekese | Datum          |
|---------------|----------------------------------|----------------------|----------------|
| Hermes        | 9500                             | 10.2.                | 30. 6. — 4. 7. |
| Pan           | 11600                            | 10.2.                | 30. 6. — 2. 7. |
| Flämings Nova | 9250                             | 10.5.1.              | 4. 7. — 6. 7.  |
| Alfréd        | 10400                            | 10.3.                | 5. 7. — 8. 7.  |
| Orlík         | 9500                             | 10.3.                | 4. 7. — 6. 7.  |
| David         | 12200                            | 10.3.                | 3. 7. — 7. 7.  |



1. Závislost středních hodnot výnosu (—), škrobové hodnoty ŠH (-----) a koncentrace metabolizovatelné energie ME (- · -) na fenofázi (průměr šesti odrůd v průběhu pěti let) — Dependence of mean values of yield (—), starch values ŠH (-----) and concentration of metabolizable energy ME (- · -) on phenological stage (average of six varieties in five years)



2. Závislost středních hodnot energetické produkční účinnosti v  $kg$  mléka z  $1 kg$  sušiny [ $P_{SH}$  (—), resp.  $P_{ME}$  (-----)] a z  $1 ha$  [ $PE_{SH}$  (- · -), resp.  $PE_{ME}$  (- · · -)] na fenofázi (průměr šesti odrůd v průběhu pěti let) — Dependence of mean values of energetic production efficiency in  $1 kg$  of milk per  $1 kg$  of dry matter [ $P_{SH}$  (—),  $P_{ME}$  (-----), respectively] and per  $1 ha$  [ $PE_{SH}$  (- · -),  $PE_{ME}$  (- · · -), respectively] upon phenological stage (average of six varieties in five years)

Na základě výsledků předložené práce je tedy možno stanovit konec metání za optimální fenofázi pro sklizeň ovsa na senáž a pro provozní podmínky doporučit zahájení sklizně ve fenofázích 10.1 až 10.3. Při tradičním hodnocení energetické hodnoty ovsa na senáž na bázi škrobových jednotek doporučují Mačhán et al. (1988) jako optimální dobu sklizně fenofázi 11.1 (mléčná zralost), což dobře koresponduje s vrcholem křivky  $PE_{SH}$  na obr. 2. Zde je možno zdůraznit rozdíl téměř tří týdnů (po přepočtu na časový interval pro daný soubor vzorků) mezi optimy doby sklizně vypočtenými na základě systému škrobových jednotek, resp. předkládaného systému ME. Pro akceptování výsledků dosažených pomocí systému ME hovoří mimo jiné údaje, jak je uveřejnili De Brabander et al. (1982), vhodnost sklizně ve fázi butonizace potvrzují výsledky dosahované při zkrmování senážního ovsa např. v JZD Měřín (okres Žďár nad Sázavou), resp. v JZD Brtnice (okres Jihlava).

## Poděkování

Autoři děkují ing. V. Míkoví, DrSc. (Oseva, VŠÚP Troubsko, ŠS Větrov), za stanovení hodnot stravitelnosti sušiny *in vitro* a ing. J. Pelikánovi, CSc. (Oseva, VŠÚP Troubsko), za statistické zpracování výsledků.

## Literatura

- ARC (Agricultural Research Council): The nutrient requirements of ruminant livestock. 2<sup>nd</sup> ed., Surrey, 1980.
- BLAXTER, K. I.: The energy metabolism of ruminants. London, 1962.
- BLAXTER, K. I. — BOYNE, A. W.: The estimation of the nutritive value of feeds as energy sources for ruminants and the derivation of feeding systems. J. Agric. Sci. (Camb.), 90, 1978, s. 47 — 68.
- De BRABANDER, D. L. — GHEKIIRE, P. M. — AERTS, J. V. — BUYSSE, F. X. — MOERMANS, R. J.: Test of 6 energy evaluation systems for dairy cows, Livestock Prod. Sci., 9, 1982, s. 457 — 469.
- GARRETT, W. N. — JOHNSON, D. E.: Nutritional energetics of ruminants. J. Anim. Sci., 57, 1983, s. 478 — 497.
- KOMPRDA, T. — NEDBÁLKOVÁ, B. — KAILEROVÁ, J. — SMOLÍKOVÁ, M. — ROD, J. — PELIKÁN, J.: Testování rozdílů ve stravitelnosti a produkční účinnosti u šlechtitelského materiálu jetelevin. Genet. a Šlecht., 24, 1988a, s. 151 — 157.
- KOMPRDA, T. — NEDBÁLKOVÁ, B. — ROD, J.: Vyjádření obsahu produkční energie pícnin pomocí stravitelnosti *in situ* a systému metabolizovatelné energie. Živoč. Vyr., 33, 1988b, s. 87 — 94.
- LAMPETER, W.: 1970, cit. MÍKA, V. — PAUL, C. — ZIMMER, E. — KAUFMANN, W.: Ein Vergleich verschiedener Laboratoriemethoden zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grundfutter. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Füttermed., 45, 1981, s. 132 — 141.
- MACHÁN, F. — HALÁSEK, F. — LANG, D.: Produkční schopnost a nutriční hodnota odrůd ovsa sklizených na zelenou hmotu. Rostl. Vyr., 34, 1988, č. 3, s. 255 — 262.
- Mc DONALD, P. — EDWARDS, R. A. — GREENHALGH, J. D. F.: Animal nutrition. Edinburgh, 1973.
- NRC (National Research Council): Nutrient requirements of dairy cattle. 5<sup>th</sup> ed., Washington, 1978.
- OPICHAL, M. — NEDBÁLKOVÁ, B. — PELIKÁN, J. — ROD, J.: Hodnocení stravitelnosti a produkční účinnosti vojtešky v závislosti na jejím vývoji. In: Sbor. věd. Prací Výzk. Šlecht. Úst. pícnin. Troubsko, 1983, s. 149 — 156.
- ROD, J. — VONDRÁČEK, J.: Polní pokusnictví, Praha, 1975.
- VANES, A. J. H.: Feed evaluation for dairy cows. Livestock Prod. Sci., 2, 1975, s. 95 — 107.
- VENCL, B. — FLÁM, F. — JEHLÍČKA, L.: Vyjádření obsahu škrobových jednotek krmiv pomocí stravitelnosti organické hmoty *in vitro*. Živoč. Vyr., 27, 1982, s. 401 — 407.
- ČSN 46 7070. Potřeba živin pro hospodářská zvířata, Praha, 1982.
- ČSN 46 7093. Výživná hmota krmiv, Praha, 1982.

Došlo dne 20. 11. 1989

KOMPRDA, T. — SMEJKAL, M. — NEDBÁLKOVÁ, B. (University of Agriculture Brno; Institute of Scientific System of Management, Regional Station Velké Meziříčí; OSEVA — Fodder Crops Research and Breeding Institute, Troubsko): Production energy of some oat varieties harvested at different stages of growth. Rostl. Vyr., 36, 1990 (8): 847 — 856.

An improved model of calculation of energy production efficiency (PE) of roughage type of feeds on the basis of metabolizable energy (ME) for milk production (after meeting the maintenance requirements), based on the laboratory measurements of dry-matter digestibility, was used to calculate the dependence of

the PE values of haylage oat (studied 6 varieties during 5 years) on the stage of growth. The PE curve represents the superposition of the energy and yield components (there is a negative relationship between them,  $r = -0.80^{++}$ ) and exhibits an optimum at the phenological stage of the bud formation. The difference of the theoretical milk production between varieties harvested at the optimum phenological stage is up to 3000 kg per ha. The range of the time interval of the harvest dates for different varieties is nine days. The course of the PE curve, based on the starch unit (ŠJ) differs significantly from the PE curve on the basis of ME.

metabolizable energy; energy conversion; haylage oat; harvest optimum

KOMPRDA, T. — SMEJKAL, M. — NEDBÁLKOVÁ, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno; Institut für wissenschaftliches Wirtschaftssystem, Regionalstation Velké Meziříčí; OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Futterpflanzenbau, Troubsko): *Produktionsenergie ausgewählter in verschiedenen Vegetationsphasen geernteter Hafersorten*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 847 — 856.

Ein vervollkommenes Berechnungsmodell der energetischen Produktionseffizienz (PE) von Rohfuttermitteln auf der Basis metabolisierbarer Energie (ME) für die Milchbildung (nach Erfüllung des Erhaltungsbedarfs), das sich auf Labormessungen der Trockensubstanzverdaulichkeit stützte, wurde zur Berechnung der Abhängigkeit der PE von Anwelkhafer von der Vegetationsphase angewandt (getestet wurden sechs Sorten im Verlauf von fünf Jahren). Die PE-Kurve ist eine Superposition der Energie- und der Ertragskomponente (zwischen denen eine negative Beziehung besteht,  $r = -0.80^{++}$ ) und weist ihr Optimum in der Phänophase der Knospenbildung auf. Der Unterschied zwischen den Sorten in Bezug auf die theoretische Milchproduktion bei Ernte in der optimalen Phänophase beträgt bis zu 3000 kg von 1 ha. Der Bereich des Zeitintervalls der Erntetermine für einzelne Sorten beträgt neun Tage. Der Verlauf der PE-Kurve auf der Basis der Stärkeinheiten (ŠJ) unterscheidet sich markant vom Verlauf der PE-Kurve auf ME-Basis.

metabolisierbare (umsetzbare) Energie; Energiekonversion; Anwelkhafer; Ertragsoptimum

---

#### Adresy autorů:

Ing. Tomáš Komprda, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno  
Ing. Miroslav Smejkal, Ústav pro vědeckou soustavu hospodaření, Oblastní stanice, 594 01 Velké Meziříčí  
RNDr. Božena Nedbálková, CSc., OSEVA — Koncernový výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský, 664 41 Troubsko u Brna

---

J. Lahký

LAHKÝ, J. (Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky, Bratislava): *Vplyv hnojenia, lokality a ročníka na úrodu a kvalitatívne parametre zemiakov*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 857 — 864.

V trojročných poľných pokusoch na troch lokalitách sme skúmali vplyv stupňovaných a delených dávok dusíka (0, 60, 120, 180, 240, 90 + 37 kg.ha<sup>-1</sup>) a hnojív s mikroelementami (Mn-humát, Foli-zemiaky — Mg, S, Mn, Cu, B) na úrodu zemiakov, ich škrobnatosť a veľkostné triedenie. Sledovali sme aj vplyv pôdných a klimatických podmienok na hodnotené ukazatele. Tvorbu úrody zemiakov v najväčšej miere ovplyvňuje hnojenie dusíkom. Priemerný je vplyv pôdných podmienok a najnižší vplyv ročníka. V priemere súboru bola optimálna dávka dusíka v rozmedzí 120 až 180 kg.ha<sup>-1</sup>, aplikovaná jednorazovo pred výsadbou. Na diferencie v tvorbe škrobu najvýznamnejšie pôsobia rozdielne podmienky ročníka a lokalít. Vplyv hnojenia je menej významný. Z hľadiska obsahu škrobu je optimálna dávka dusíka 60 kg.ha<sup>-1</sup>. Vyššie dávky obsah znižujú. Veľkostné triedenie zemiakov je výrazne ovplyvnené pôdno-klimatickými podmienkami. Vplyv hnojenia dusíkom je výrazne nižší, pričom pri stupňovaní dávok sa znižuje podiel malých hľúz. Efektívnosť hnojenia i prihnojovania dusíkom a testovaných hnojív s mikroelementami na hodnotené ukazatele je významne závislá od pôdných podmienok prostredia a klimatických pomerov ročníka. Výživárske opatrenia preto nie je možné paušalizovať.

zemiaky; hnojenie dusíkom; úroda hľúz; škrobnatosť; veľkostné triedenie; vplyv lokality a ročníka

Otázkam dopestovania dostatočného množstva zemiakov, ale hlavne ich kvalite, je v poslednom období venovaná zvýšená pozornosť vo všetkých sférach — riadiacej, výrobnéj a spotrebiteľskej. Táto skutočnosť rezultuje v požiadavke intenzívneho štúdia faktorov, ktoré kvantitú a kvalitu zemiakov v rozhodujúcej miere ovplyvňujú.

V komplexe agrotechnických opatrení je výživa rastlín, hlavne dusíkom, faktor, ktorý významne ovplyvňuje základné úrodotvorné prvky i technologické parametre zemiakov. Úrodové výsledky pokusov so stupňovanými dávkami dusíka potvrdzujú, že dávka dusíka je významne závislá od pôdno-ekologických podmienok stanovišťa a klimatických pomerov ročníka. Š m á l i k (1983) uvádza optimálne dávky dusíka od 80 do 150 kg.ha<sup>-1</sup>, a to v závislosti od úžitkového smeru pestovania, odrody a dávky organickej hnojivy. V pokusoch, ktoré urobili V o k á l, M í č a (1982), bolo najúčelnejšie hnojenie dusíkom na úrovni 120 kg.ha<sup>-1</sup>. Vyššie dávky dusíka môžu byť efektívne iba v horších pôdno-klimatických podmienkach. V severovýchodnom Francúzsku sa zemiaky hnoja dávkami dusíka 150 až 190 kg.ha<sup>-1</sup> pri dosahovaní úrod 30 až 40 t.ha<sup>-1</sup> a priemernom obsahu škrobu 17 % (B a i e r, 1987). V priemere 15 pokusov v NDR zistil P e t r i (1978) najvyššiu úrodu hľúz i produkciu škrobu pri dávke dusíka 120 kg.ha<sup>-1</sup>, aplikovaného jednorazovo pred výsadbou vo forme liadku amónnovápenatého.

## MATERIÁL A METÓDA

Presné poľné pokusy boli založené a zhodnotené v trojročnom období (1985, 1986, 1987) na troch skúšobných staniciach Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho: Detva, Bodořová, Trstená. Základná charakteristika pokusných lokalít je uvedená v tab. I, v ktorej sú uvedené i priemerné teploty a zrážky za ročníky 1985 až 1987 ako aj tieto údaje za mesiace apríl až august.

V pokusoch s odrodou Radka boli tieto kombinácie hnojenia: 1 — kontrola, bez aplikácie dusíkatých hnojív, 2 — dusík 60 kg.ha<sup>-1</sup>, 3 — dusík 120 kg.ha<sup>-1</sup>, 4 — dusík 180 kg.ha<sup>-1</sup>, 5 — dusík 240 kg.ha<sup>-1</sup>, 6 —



|                                            | Lokalita           |                    |                        |
|--------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
|                                            | Detva              | Bodorová           | Trstená                |
| Nadmorská výška (m)                        | 450                | 480                | 680                    |
| Výrobný subtyp                             | zemiakovo-pšeničný | zemiakovo-pšeničný | horský                 |
| Pôdny typ                                  | oglejená           | hnedá oglejená     | ilimerizovaná oglejená |
| Pôdny druh                                 | stredná            | ťažká              | stredná                |
| Priemerná ročná teplota (°C)               |                    |                    |                        |
| — normál                                   | 7,8                | 7,4                | 6,0                    |
| — 1985                                     | 5,8                | 5,9                | 5,1                    |
| — 1986                                     | 7,1                | 6,6                | 6,0                    |
| — 1987                                     | 7,0                | 6,9                | 5,2                    |
| Suma ročných zrážok (mm)                   |                    |                    |                        |
| — normál                                   | 642                | 778                | 786                    |
| — 1985                                     | 653                | 768                | 1012                   |
| — 1986                                     | 530                | 779                | 722                    |
| — 1987                                     | 556                | 681                | 849                    |
| Priemerná teplota za mesiace 4. až 8. (°C) |                    |                    |                        |
| — normál                                   | 13,7               | 14,0               | 12,5                   |
| — 1985                                     | 13,2               | 13,1               | 11,9                   |
| — 1986                                     | 14,7               | 14,3               | 12,9                   |
| — 1987                                     | 13,8               | 13,2               | 11,8                   |
| Suma zrážok za mesiace 4. až 8. (mm)       |                    |                    |                        |
| — normál                                   | 344                | 398                | 435                    |
| — 1985                                     | 376                | 516                | 691                    |
| — 1986                                     | 308                | 464                | 418                    |
| — 1987                                     | 299                | 366                | 432                    |

dušík 90 kg.ha<sup>-1</sup> + dohnojenie, 7 — dusík 120 kg.ha<sup>-1</sup> + Mn-humát, 8 — dusík 120 kg.ha<sup>-1</sup> + Foli-zemiaky.

Dusíkaté hnojivá sme na kombináciách 1 až 5 a 7,8 aplikovali jednorazovo pred výsadbou vo forme liadku amónneho s vápencom. Na kombinácii 6 sa okrem základnej predsejbovej dávky dusíka navrhli aj dávky pre dohnojenie na podklade zhodnotenia výživného stavu porastov, zisteného rozbormi nadzemných častí rastlín v štádiu začiatku kvitnutia. V priemere pokusného súboru bola pri dohnojení aplikovaná dávka dusíka 37 kg.ha<sup>-1</sup> a celková dávka 127 kg.ha<sup>-1</sup>. Na siedmej kombinácii hnojenia sme aplikovali Mn-humát s obsahom 13,2 % Mn v dávke 0,5 kg Mn.ha<sup>-1</sup> a na ôsmej kombinácii špeciálne hnojivo Foli-zemiaky s obsahom 5 % N; 1,59 % MgO; 2,35 % S; 1 % Mn; 1 % Cu; 0,5 % B a 5 mg.kg<sup>-1</sup> heteroauxínu v dávke 10 l.ha<sup>-1</sup>. Oba prípravky sme aplikovali v štádiu tvorby kvetných pupeňov spolu s postrekom proti plesni. Fosforečné a draselné hnojivá sme použili vo forme superfosfátu a draselnej soli na všetkých kombináciách v rovnakých dávkach určených plánom hnojenia. Organické hnojivá vo forme maštalného hnoja sme aplikovali v dávke od 40 do 60 t.ha<sup>-1</sup>. Termín aplikácie podľa lokalít a ročníkov bol od 15. septembra do

3. novembra. Celý systém založenia, vedenia a hodnotenia pokusov bol podľa jednotnej metódy štátnych odrodových skúšok pre poľné plodiny (K o l e k t í v, 1983).

V pokusoch sme sledovali vplyv testovaných dávok hnojív na výšku úrody, obsah škrobu a veľkostné triedenie zemiakov. Zber zemiakov sme urobili ručne z každého opakovania zvlášť a priemernú úrodu sme stanovili fyzikálnou metódou za použitia Reimannovej váhy. Veľkostné triedenie sme urobili do troch skupín: do 4 cm, 4 až 7 cm, nad 7 cm. Hodnotenie bolo urobené z priemernej vzorky zemiakov o hmotnosti 5 kg.

## VÝSLEDKY

### Úroda hľúz

Úroda zemiakov podľa pokusných lokalít a ročníkov ako aj priemerná úroda v závislosti na hnojení je uvedená v tab. II. Z prehľadu vyplýva, že všetky sledované faktory ovplyvnili tvorbu úrody zemiakov. V najväčšej miere bola úroda hľúz oplyvnená dusíkatým hnojením. Podiel hnojenia na celkových rozdieloch v úrodách je 43,1 %. Pôdne podmienky pokusných lokalít pôsobili na diferencie úrod podielom 40,7 % a klimatické pomery ročníkov podielom 16,2 %.

V priemere pokusných lokalít a ročníkov sme dosiahli najnižšiu úrodu hľúz na dusíkom nehnojenej kontrole ( $25,77 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Stupňované dávky dusíka pozitívne vplývali na tvorbu úrody zemiakov. Pri dávke dusíka  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sa úroda v priemere zvýšila o  $6,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , t. j. o 26 %. Efektívnosť aplikovaného dusíka bola vysoká. Na  $1 \text{ kg}$  dusíka sa v priemere vytvorilo  $112,3 \text{ kg}$  hľúz. Pri dávke dusíka  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  sa v porovnaní s kontrolou zvýšila úroda o  $11,05 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , t. j. o 42,9 %. Pri dávke dusíka  $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  bola úroda v zrovnaní s kontrolou vyšia o  $15,34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , t. j. o 59,5 %. Pri maximálnej dávke dusíka sa úrody zemiakov v zrovnaní s predchádzajúcou dávkou už znížili. Pri dávke dusíka  $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  bola aj najnižšia efektívnosť hnojenia.

Rozdelenie dusíka na dávku základnú a prihnojenie po odkvitnutí porastov nemalo v priemere pokusného súboru pozitívny vplyv na tvorbu úrody. Aplikáciou hnojív s mikroelementami sa úrody zvýšili iba nepreukazne. V porovnaní s kombináciou 3 sa po aplikácii Mn-humátu zvýšila úroda hľúz o  $0,16 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  a po aplikácii hnojiva Foli-zemiaky o  $0,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Veľmi významne na diferenciách v úrodách zemiakov sa podieľajú rozdielne pôdne podmienky lokalít. V trojročnom priemere na dusíkom nehnojenej kontrole boli najvyššie priemerné úrody na ilimerizovanej oglejenej pôde v Trstenej ( $31 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), mierne nižšie na oglejenej pôde v Detve ( $29,83 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a výrazne najnižšie v Bodorovej na hnedej pôde oglejenej ( $16,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Podmienky lokalít významne ovplyvňujú aj efektívnosť aplikovaných hnojív. V Bodorovej bola najvyššia úroda hľúz pri dávke dusíka  $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  s prírastkom priemernej úrody oproti kontrole  $24,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . V Trstenej bola maximálna úroda pri rovnakej dávke dusíka s prírastkom úrody  $17,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Najnižšia účinnosť hnojenia dusíkom bola v Detve. Na tejto lokalite bola najvyššia úroda hľúz pri maximálnej dávke dusíka  $240 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , ale prírastky úrod pri stupňovaných dávkach dusíka sú minimálne. Pri najvyššej dávke dusíka v porovnaní s kontrolou sa úrody v priemere zvýšili iba o  $4,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Z hľadiska ročníkových rozdielov sme v priemere pokusných lokalít dosiahli na kontrole najvyššiu úrodu hľúz v roku 1986 ( $29,23 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), priemernú v roku 1987 ( $24,63 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) a najnižšiu v roku 1985 ( $23,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Rozdiel v úrodách medzi ročníkmi 1986 a 1985 je  $5,76 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Ročníkové rozdiely v úrodách sú však na jednotlivých pokusných lokalitách podstatne významnejšie. Na kontrole sú ročníkové rozdiely medzi maximálnou a minimálnou úrodou v Bodorovej  $8,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , v Detve  $13,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  a Trstenej  $16,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  hľúz zemiakov.

### Obsah škrobu

Kompletné výsledky obsahu škrobu v závislosti od pokusných lokalít, ročníkov a spôsobu hnojenia sú uvedené v tab. III. Obsah škrobu v zemiakoch v pokusnom súbore sa pohybuje v rozmedzí od 15,5 do 20,1 % a je ovplyvnený všetkými sledovanými

II. Úroda hl'úz zemiakov ( $t \cdot ha^{-1}$ ) — The yield of potato tubers (t per ha)

| Kombinácie hnojenia | Detva              |       |      |           |              | Bodorová |       |       |           |              | Trstená |      |      |           |              |
|---------------------|--------------------|-------|------|-----------|--------------|----------|-------|-------|-----------|--------------|---------|------|------|-----------|--------------|
|                     | 1985               | 1986  | 1987 | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ | 1985     | 1986  | 1987  | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ | 1985    | 1986 | 1987 | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ |
| 1                   | 36,7               | 29,8  | 23,0 | 29,83     | 100,0        | 11,2     | 18,7  | 19,6  | 16,50     | 100,0        | 22,5    | 39,2 | 31,3 | 31,00     | 100,0        |
| 2                   | 39,4               | 30,8  | 24,5 | 31,57     | 105,8        | 21,8     | 26,7  | 31,0  | 26,50     | 160,6        | 29,2    | 49,0 | 40,2 | 39,47     | 127,3        |
| 3                   | 40,2               | 34,5  | 25,1 | 33,27     | 111,5        | 27,4     | 35,9  | 36,5  | 33,27     | 201,6        | 34,3    | 54,5 | 43,0 | 43,93     | 141,7        |
| 4                   | 42,4               | 33,5  | 26,8 | 34,17     | 114,5        | 37,6     | 43,2  | 40,8  | 40,53     | 245,6        | 39,5    | 57,9 | 48,5 | 48,63     | 156,9        |
| 5                   | 40,1               | 35,1  | 28,7 | 34,63     | 116,1        | 37,7     | 35,9  | 44,8  | 39,47     | 239,2        | 41,4    | 60,0 | 44,2 | 48,52     | 156,5        |
| 6                   | 40,7               | 33,9  | 25,7 | 33,43     | 112,1        | 26,1     | 34,9  | 36,5  | 32,50     | 196,9        | 34,3    | 52,3 | 40,4 | 42,33     | 136,5        |
| 7                   | 43,0               | 33,5  | 25,6 | 34,03     | 114,1        | 22,4     | 35,9  | 39,2  | 32,50     | 196,9        | 34,8    | 55,1 | 43,3 | 44,40     | 143,2        |
| 8                   | 39,6               | 32,6  | 26,7 | 32,97     | 110,5        | 27,4     | 33,7  | 37,7  | 32,93     | 199,6        | 35,0    | 57,2 | 44,0 | 45,40     | 164,4        |
| Kombinácie hnojenia | priemer za ročníky |       |      |           |              |          |       |       |           |              |         |      |      |           |              |
|                     | 1985               |       |      | 1986      |              |          | 1987  |       |           | 1985 — 1987  |         |      |      |           |              |
|                     | $\bar{x}$          | $\%$  |      | x         | $\%$         |          | x     | $\%$  |           | x            | $\%$    |      | x    | $\%$      |              |
| 1                   | 23,47              | 100,0 |      | 29,23     | 100,0        |          | 24,63 | 100,0 |           | 25,77        | 100,0   |      |      |           |              |
| 2                   | 30,13              | 128,4 |      | 35,50     | 121,4        |          | 31,90 | 129,5 |           | 32,51        | 126,1   |      |      |           |              |
| 3                   | 33,97              | 144,7 |      | 41,63     | 142,4        |          | 34,87 | 141,6 |           | 36,82        | 142,9   |      |      |           |              |
| 4                   | 39,77              | 169,4 |      | 44,87     | 153,5        |          | 38,70 | 157,1 |           | 41,11        | 159,5   |      |      |           |              |
| 5                   | 39,73              | 169,3 |      | 43,67     | 149,4        |          | 39,23 | 159,3 |           | 40,88        | 158,6   |      |      |           |              |
| 6                   | 33,70              | 143,6 |      | 40,37     | 138,1        |          | 34,20 | 138,8 |           | 36,09        | 140,0   |      |      |           |              |
| 7                   | 33,40              | 142,3 |      | 41,50     | 141,9        |          | 36,03 | 146,3 |           | 36,98        | 143,5   |      |      |           |              |
| 8                   | 34,00              | 144,9 |      | 41,17     | 140,8        |          | 36,13 | 146,7 |           | 37,10        | 144,0   |      |      |           |              |

III. Obsah škrobu v zemiakoch (%) — The starch content in potatoes (%)

| Kombinácie hnojenia | Detva              |      |       |           |              | Bodorová |       |      |           |              | Trstená |      |             |           |              |
|---------------------|--------------------|------|-------|-----------|--------------|----------|-------|------|-----------|--------------|---------|------|-------------|-----------|--------------|
|                     | 1985               | 1986 | 1987  | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ | 1985     | 1986  | 1987 | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ | 1985    | 1986 | 1987        | $\bar{x}$ | $\bar{x} \%$ |
| 1                   | 17,1               | 16,8 | 20,0  | 18,0      | 100,0        | 15,5     | 16,6  | 19,0 | 17,0      | 100,0        | 18,4    | 16,3 | 16,5        | 17,1      | 100,0        |
| 2                   | 17,5               | 16,3 | 19,8  | 17,9      | 99,4         | 16,0     | 16,5  | 19,5 | 17,3      | 101,8        | 18,6    | 16,7 | 16,4        | 17,2      | 100,6        |
| 3                   | 18,0               | 15,9 | 20,1  | 18,0      | 100,0        | 15,0     | 16,5  | 19,0 | 16,8      | 98,8         | 17,3    | 16,6 | 16,7        | 16,9      | 98,8         |
| 4                   | 17,1               | 16,5 | 19,6  | 17,7      | 98,3         | 14,2     | 16,0  | 19,5 | 16,6      | 97,6         | 17,1    | 15,9 | 16,3        | 16,4      | 95,9         |
| 5                   | 17,7               | 15,5 | 19,5  | 17,6      | 97,8         | 14,0     | 16,5  | 18,5 | 16,3      | 95,9         | 17,2    | 16,1 | 15,9        | 16,4      | 95,9         |
| 6                   | 17,3               | 16,3 | 19,4  | 17,7      | 98,3         | 14,0     | 17,0  | 18,5 | 16,5      | 97,0         | 17,8    | 17,1 | 16,2        | 17,0      | 99,4         |
| 7                   | 16,7               | 16,5 | 18,8  | 17,3      | 96,1         | 15,6     | 17,0  | 19,5 | 17,4      | 102,3        | 17,4    | 16,4 | 16,1        | 16,6      | 97,1         |
| 8                   | 16,5               | 16,0 | 18,5  | 17,0      | 94,4         | 14,9     | 17,5  | 20,5 | 17,6      | 103,5        | 17,7    | 17,5 | 16,1        | 17,1      | 100,0        |
| Kombinácie hnojenia | priemer za ročníky |      |       |           |              |          |       |      |           |              |         |      |             |           |              |
|                     | 1985               |      |       |           | 1986         |          |       |      | 1987      |              |         |      | 1985 — 1987 |           |              |
|                     | $\bar{x}$          |      | %     |           | $\bar{x}$    |          | %     |      | $\bar{x}$ |              | %       |      | $\bar{x}$   |           | %            |
| 1                   | 17,0               |      | 100,0 |           | 16,6         |          | 100,0 |      | 18,5      |              | 100,0   |      | 17,4        |           | 100,0        |
| 2                   | 17,3               |      | 101,8 |           | 16,5         |          | 99,4  |      | 18,6      |              | 100,5   |      | 17,5        |           | 100,6        |
| 3                   | 16,8               |      | 98,8  |           | 16,3         |          | 98,2  |      | 18,6      |              | 100,5   |      | 17,2        |           | 98,8         |
| 4                   | 16,1               |      | 94,7  |           | 16,1         |          | 97,0  |      | 18,5      |              | 100,0   |      | 16,9        |           | 97,1         |
| 5                   | 16,3               |      | 95,9  |           | 16,0         |          | 96,4  |      | 18,0      |              | 97,3    |      | 16,8        |           | 96,5         |
| 6                   | 16,4               |      | 96,5  |           | 16,8         |          | 101,2 |      | 18,0      |              | 97,3    |      | 17,1        |           | 98,3         |
| 7                   | 16,6               |      | 97,6  |           | 16,6         |          | 100,0 |      | 18,1      |              | 97,8    |      | 17,1        |           | 98,3         |
| 8                   | 16,4               |      | 96,5  |           | 17,0         |          | 102,4 |      | 18,3      |              | 98,9    |      | 17,2        |           | 98,8         |

| Kombinácie<br>hnojenia     | Lokality |          |         | Ročníky |      |      | Celkový priemer |        |
|----------------------------|----------|----------|---------|---------|------|------|-----------------|--------|
|                            | Detva    | Bodorová | Trstená | 1985    | 1986 | 1987 | $\bar{x}$       | %      |
| veľkostná trieda do 4 cm   |          |          |         |         |      |      |                 |        |
| 1                          | 55,0     | 83,0     | 46,3    | 42,7    | 76,3 | 65,3 | 61,4            | 100,0  |
| 2                          | 52,7     | 70,0     | 42,4    | 32,3    | 66,7 | 66,0 | 55,0            | 89,6   |
| 3                          | 50,7     | 68,3     | 38,2    | 28,3    | 62,7 | 66,3 | 52,4            | 85,3   |
| 4                          | 49,3     | 64,3     | 35,7    | 24,0    | 59,7 | 65,7 | 49,8            | 81,1   |
| 5                          | 48,3     | 68,0     | 39,0    | 29,7    | 56,0 | 69,7 | 51,8            | 84,4   |
| 6                          | 55,0     | 69,7     | 46,0    | 33,0    | 68,3 | 69,3 | 56,9            | 92,7   |
| 7                          | 52,7     | 60,0     | 38,0    | 26,3    | 59,3 | 65,0 | 50,2            | 81,7   |
| 8                          | 51,0     | 57,7     | 36,7    | 32,3    | 52,0 | 61,0 | 48,4            | 78,8   |
| veľkostná trieda 4 až 7 cm |          |          |         |         |      |      |                 |        |
| 1                          | 45,0     | 16,3     | 53,7    | 57,3    | 23,7 | 34,0 | 38,3            | 100,0  |
| 2                          | 45,3     | 28,3     | 57,3    | 65,3    | 32,7 | 33,0 | 43,7            | 114,1  |
| 3                          | 47,0     | 30,0     | 61,7    | 69,3    | 36,7 | 32,7 | 46,2            | 120,6  |
| 4                          | 47,0     | 31,7     | 63,0    | 70,0    | 38,7 | 33,0 | 47,2            | 123,2  |
| 5                          | 47,0     | 29,0     | 58,0    | 63,7    | 42,3 | 28,0 | 44,7            | 116,7  |
| 6                          | 41,3     | 28,0     | 52,7    | 62,3    | 30,7 | 29,0 | 40,7            | 106,3  |
| 7                          | 44,0     | 38,0     | 60,0    | 70,3    | 39,3 | 34,3 | 48,0            | 125,3  |
| 8                          | 44,0     | 38,7     | 61,0    | 62,0    | 46,3 | 37,7 | 48,7            | 127,1  |
| veľkostná trieda nad 7 cm  |          |          |         |         |      |      |                 |        |
| 1                          | 0        | 0,7      | 0       | 0       | 0    | 0,7  | 0,3             | 100,0  |
| 2                          | 2,0      | 1,7      | 0,3     | 2,4     | 0,6  | 1,0  | 1,3             | 433,0  |
| 3                          | 2,3      | 1,7      | 0,1     | 2,4     | 0,6  | 1,0  | 1,4             | 466,7  |
| 4                          | 3,7      | 4,0      | 1,3     | 6,0     | 1,6  | 1,3  | 3,0             | 1000,0 |
| 5                          | 4,7      | 3,0      | 3,0     | 6,6     | 1,7  | 2,3  | 3,5             | 1166,7 |
| 6                          | 3,7      | 2,3      | 1,3     | 4,7     | 1,0  | 1,7  | 2,4             | 800,0  |
| 7                          | 3,3      | 2,0      | 2,0     | 3,4     | 1,4  | 0,7  | 1,8             | 600,0  |
| 8                          | 5,0      | 3,6      | 2,3     | 5,7     | 1,7  | 1,3  | 2,9             | 966,7  |

faktormi. Najväčšie diferencie v obsahu škrobu sú spôsobené rozdielnymi klimatickými podmienkami ročníkov. Na nehnorej kontrole bol v priemere lokalít najnižší obsah v roku 1986 a najvyšší v roku 1987 s rozdielom 1,9 %. Ročníkové rozdiely obsahu škrobu na pokusných lokalitách sú výraznejšie: v Detve 3,2 %, v Bodorovej 3,5 %, v Trstenej 2,1 %. Z hľadiska rozdielov na lokalitách bol v trojročnom priemere na kontrole najvyšší obsah škrobu v Detve a najnižší v Bodorovej s rozdielom 1 % škrobu.

Pri stupňovaných dávkach dusíkatých hnojív bol najvyšší obsah škrobu v priemere deviatich pokusov pri najnižšej dávke aplikovaného dusíka 60 kg.ha<sup>-1</sup>. Pri dávkach v rozmedzí od 120 do 240 kg.ha<sup>-1</sup> sa obsah škrobu v priemere jednoznačne znižoval. Rozdiel medzi maximálnym obsahom na druhej a minimálnym na piatej kombinácii je

v priemere celého súboru 0,7 % škrobu. Rozdelenie dusíka na základnú dávku a dohnojovanie v priebehu vegetácie ako aj použité hnojivá s mikroelementami nemali pozitívny účinok na kumuláciu škrobu v hl'úzach zemiakov. Je potrebné si uvedomiť, že za celkovým priemerom sa zakrývajú rozdiely spôsobené odlišnými pôdnymi podmienkami lokalít a klimatickými pomermi ročníkov. Po aplikácii hnojív s mikroelementami na hneď pôde oglejenej v Bodorovej sa obsah škrobu zvýšil. V porovnaní s kontrolou bol obsah škrobu po aplikácii Mn-humátu vyšší o 0,6 % a po aplikácii hnojiva Foli-zemiaky vyšší v priemere o 0,8 %. Obdobná situácia je aj v ročníku 1986, kedy sa aplikáciou uvedených hnojív zvýšili obsahy škrobu o 0,3 a 0,7 %.

#### Veľkostné triedenie

Sledované pokusné faktory vo významnej miere ovplyvnili veľkosť zemiakových hl'úz. Tento vplyv je možné posúdiť z výsledkov uvedených v tab. IV. V celkovom priemere súboru je na kontrole najvyššie percento hl'úz do 4 cm (61,4 %). Podiel zemiakov vo veľkostnej triede 4 až 7 cm je 38,3 % a nad 7 cm iba 0,3 %. Pri hodnotení diferencií vo veľkostných triedach je možné konštatovať, že veľkosť zemiakov je v rozhodujúcej miere ovplyvnená rozdielnymi podmienkami lokalít a ročníkov.

Z hľadiska hnojenia dusíkom je zrejماً tendencia, že so stúpajúcou intenzitou hnojenia sa znižuje zastúpenie malých zemiakov. Pri maximálnej dávke dusíka v porovnaní s nehnojenu kontrolou sa znížil podiel zemiakov vo veľkostnej triede do 4 cm o 9,6 %. Podiel v skupine 4 až 7 cm sa zvýšil o 6,4 % a v skupine nad 7 cm o 3,2 %. Aplikácia dusíkatých hnojív aj v priebehu vegetácie nemala pozitívny vplyv na zmeny veľkostného triedenia zemiakov. Použitím hnojív s mikroelementami sa mierne znížil podiel malých hl'úz. Podiel vo veľkostnej kategórii do 4 cm bol nižší po aplikácii Mn-humátu o 2,2 % a po aplikácii špeciálneho hnojiva Foli-zemiaky nižší o 4 %. O uvedené percentá sa zvýšili podiely zemiakov v kategóriách nad 4 cm.

#### DISKUSIA

Z hľadiska výšky úrody zemiakov je optimálna dávka dusíka v rozmedzí 120 až 180 kg.ha<sup>-1</sup>, pričom z hľadiska ekonomiky ich pestovania sú v danom rozmedzí výhodné nižšie dávky dusíka aplikované jednorazovo pred výsadbou. Na rozdiel od výsledkov, ktoré uverejnili F e c e n k o, K l e i n (1988), sme nezistili výhodnosť delenej dávky dusíka pri hnojení zemiakov. Aplikáciou hnojív s mikroelementami sa úrody hl'úz v priemere súboru zvýšil iba nepreukazne, pričom významnejší efekt bol pri použití komplexného hnojiva Foli-zemiaky. Úrodové výsledky jednoznačne potvrdili veľmi významnú závislosť optimálnej dávky dusíka od pôdno-klimatických podmienok pokusných lokalít (C z u b a et al., 1979; B a i e r, 1979, 1981; M a z ú r, W o j t a s, 1988).

Obsah škrobu bol hnojením vyššími dávkami dusíka ovplyvnený negatívne. V priemere pokusného súboru bol najvyšší obsah škrobu pri najnižšej dávke dusíka. Hnojenie dusíkom ovplyvňuje veľkostné triedenie zemiakov. Zhodne s názormi niektorých autorov (P e t r, 1980; P r u g a r, 1977; Š m á l i k, 1983) sme zistili, že pri stupňovaných dávkach dusíka sa znižuje podiel malých hl'úz a zvyšuje sa podiel hlavne stredných hl'úz vo veľkostnej triede 4 až 7 cm. Prihnojovanie porastov dusíkom v priebehu vegetácie nemalo vplyv na veľkostné triedenie hl'úz. Podstatne významnejšie ako hnojením je veľkosť hl'úz zemiakov ovplyvnená rozdielnymi pôdami a klimatickými podmienkami.

#### Literatúra

- BAIER, J.: Soustava hnojení polních plodin. Praha, SZN 1979.  
BAIER, J. — JELÍNEK, K. — KRISTAN, F. — STRNAD, P.: Vliv hnojení na výnosy brambor po lučném jeteli. Rostl. Vyr., 27, 1981, č. 6, s. 641 — 651.  
BAIER, J.: Hnojení v severovýchodní Francii. Agrochémia, 27, 1987, č. 2, s. 47.  
CZUBA, R. a kol.: Nawożenie. Warszawa, Państwowe wydawnictwo rolnicze i lesne 1979.  
FECENKO, J. — KLEIN, J.: Účinek delenej a stupňovanej výživy dusíkom na úrodu zemiakov. Poľnohospodárstvo, 34, 1988, č. 3, s. 223.



KOLEKTÍV: Polní plodiny. Met. st. odr. Zk., Praha, 1983.  
 MAZÚR, T. — WOJTAS, A.: Vplyv hnojenia na úrodu a kvalitatívne ukazovatele zemiakov pestovaných na rôznych pôdnych typoch. In: Zbor. Konf. Možnosti zlepšovania kvality obilnín a okopanín výživou a agrotechnikou, Štrbské Pleso, 1988.  
 PETR, J. — ČERNÝ, V. — HRUŠKA, L.: Tvorba výnosu hlavných poľných plodín. Praha, SZN 1980.  
 PETRI, E.: Ertragsbeeinflussung durch Stickstoffdüngung im Kartoffelbau. Kartoffelbau, 29, 1978, č. 1, s. 8.  
 PRUGAR, J. a kol.: Kvalita rostlinných produktů. Praha, SZN 1977.  
 SMÁLIK, M.: Zemiaky. Bratislava, Príroda 1983.  
 VOKÁL, B. — MÍČA, B.: Vliv výživy na základní výnosotvorné prvky u brambor. Agrochémia, 22, 1982, č. 11, s. 305.

Došlo dňa 19. 5. 1989

LAHKÝ, J. (Central Control and Testing Institute for Agriculture, Bratislava): *The influence of fertilization, site and year on the yield and qualitative parameters of potatoes*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 857 — 864.

Three-year trials were performed at three sites to study the effect of graded and divided nitrogen application rates (0, 60, 120, 180, 240, 90 + 37 kg per ha) and fertilizers with microelements (Mn-humate, Foli-potatoes — Mg, S, Mn, Cu, B) on the potato yield, their starch content and size classification. The influence of soil and weather conditions on the evaluated parameters was also studied. The potato yield formation is affected by nitrogen fertilization to the highest degree. The effect of soil conditions is mediocre, and the influences of the year is the lowest. On the average of the set, the optimum nitrogen application rate ranged between 120 and 180 kg per ha, applied on a single date before planting. The differences in starch formation are most significantly affected by different conditions of the year and site. The effect of fertilization is of lower importance. The optimum nitrogen application rate is 60 kg per ha from the viewpoint of the starch content. Higher rates reduce its content. The size classification of potatoes is largely affected by soil and climatic conditions. The effect of nitrogen application rate is significantly lower and graded nitrogen application rates produced a smaller proportion of small-size tubers. The effectiveness of nitrogen fertilization as well as supplementary nitrogen dressing, and the effectiveness of the tested fertilizers with microelements on the evaluated parameters, significantly depend on the soil conditions and the climatic conditions of the year. The nutrition measurements, therefore, cannot be generalized.

potatoes; nitrogen fertilization; tuber yield; starch content; size classification; effect of site and year

LAHKÝ, J. (Zentrales Kontroll- und Prüfinstitut der Landwirtschaft, Bratislava): *Einfluß von Düngung, Lokalität und Jahrgang auf Ertrag und Qualitätsparameter von Kartoffeln*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 857 — 864.

In dreijährigen Feldversuchen auf drei Lokalitäten untersuchten wir den Einfluß gesteigerter und geteilter Stickstoffgaben (0, 60, 120, 180, 240, 90 + 37 kg.ha<sup>-1</sup>) und von Düngemitteln mit Mikroelementen (Mn-Humat, Foli-Kartoffel — Mg, S, Mn, Cu, B) auf den Ertrag, den Stärkegehalt und die Größensortierung von Kartoffeln. Wir untersuchten ebenfalls den Einfluß der Boden- und Klimabedingungen auf die zu bewertenden Parameter. Die Ertragsbildung ist in ausschlaggebendem Maße durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Mittelmaßig ist der Einfluß der Bodenbedingungen und am geringsten der Einfluß des Jahrgangs. Im Mittelwert der Gesamtheit erwies sich eine Stickstoffdosis im Bereich zwischen 120 bis 180 kg.ha<sup>-1</sup>, appliziert in einmaliger be vor der Pflanzung, als optimal. Die Differenzen der Stärkebildung werden am stärksten durch die unterschiedlichen Bedingungen des Jahrgangs und der Lokalität beeinflusst. Vom Gesichtspunkt des Stärkegehalts ist eine Stickstoffdosis von 60 kg.ha<sup>-1</sup> optimal; höhere Gaben setzen den Stärkegehalt herab. Die Größensortierung der Kartoffeln ist markant durch die boden-klimatischen Bedingungen beeinflusst. Die Beeinflussung durch Stickstoffdüngung ist hier wesentlich geringer, wobei gesteigerte Gaben den Anteil der kleinen Kartoffelknollen vermindern. Die Effektivität der Stickstoffdüngung und -kopfdüngung sowie die der getesteten Dünger mit Mikroelementen in bezug auf die bewerteten Parameter ist von den Bodenbedingungen der Umwelt und den klimatischen Verhältnissen des Jahrgangs signifikant abhängig. Pflanzenernährungsmaßnahmen lassen sich daher nicht pauschalisieren.

Kartoffeln; Stickstoffdüngung; Knollenertrag; Stärkegehalt; Größensortierung; Einfluß von Lokalität und Jahrgang

Adresa autora:

Ing. Ján L a h k ý, CSc., Ústredný kontrolný a skúšobný ústav poľnohospodársky, Bratislava, ul. Janka Kráľa 2223, 961 09 Zvolen

**J. Nedělník**

---

NEDĚLNÍK, J. (OSEVA – Výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský, Troubsko): *Obsah aminokyselin v rostlinách jetele lučního po selekci na rezistenci vůči Fusarium spp.* Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 865 – 871.

V sušině nadzemních částí rostlin jetele lučního byl srovnáván obsah veškerých aminokyselin. Rostliny měly původ v československých odrůdách a novošlechtěních a byly potomstvem mateřských jedinců selektovaných a neselektovaných na rezistenci vůči směsné infekci *Fusarium oxysporum*, *F. solani* a *F. avenaceum*. Testované rostliny byly těmito patogeny inokulovány a deset týdnů po inokulaci byly stanoveny obsahy 16 nejvýznamnějších aminokyselin. S výjimkou novošlechtění SE-46 a DO-4 byly mezi jedinci ze selektovaných a kontrolních matek zjištěny pouze malé difference, nepřesahující 2 %. Nebyl prokázán přímý korelační vztah mezi obsahem veškerých aminokyselin a schopností rostlin reagovat na patogenní mikroorganismy.

jetele luční; *Fusarium* spp.; selekce na rezistenci; obsah aminokyselin

---

Významnými biotickými faktory, které negativně ovlivňují zdravotní stav rostlin jetele lučního (*Trifolium pratense* L.), jsou houby rodu *Fusarium* Link ex Fr. V rámci integrované ochrany je důležitou formou kontroly působení těchto patogenů pěstování odrůd se zvýšenou rezistencí.

Fixování vlastností rezistence je složitý proces, který je výslednicí celého komplexu biochemických reakcí. Snahou výzkumníků je proto souběžně s prováděnými selekcemi studovat i biochemické změny, ke kterým dochází v důsledku interakcí hostitelů s patogeny za součinnosti faktorů prostředí.

V literatuře je v souvislosti s různými patosystémy věnována pozornost obsahu aminokyselin v rostlinách s odlišným stupněm rezistence k danému patogenovi. Naše experimenty byly bezprostředně motivovány publikací, ve které autoři sledovali obsah aminokyselin v odrůdách jetele lučního s různou rezistencí vůči houbám rodu *Fusarium* (Kováčiková et al., 1989). Výsledkem jejich experimentů bylo poznání, že po inokulaci patogeny došlo ke změnám v obsahu veškerých aminokyselin v porovnání s neinokulovanými rostlinami, přičemž zvýšená tvorba aminokyselin v nadzemních částech rostlin byla v kladné korelaci s hladinou rezistence.

Cílem práce bylo porovnat obsah veškerých aminokyselin v rostlinách jetele lučního, jež byly potomstvem mateřských rostlin selektovaných na nižší náchylnost vůči *Fusarium* spp., s rostlinami pocházejícími z neselektovaných mateřských jedinců.

## **MATERIÁL A METODA**

### **Odrůdy a novošlechtění *Trifolium pratense* L.**

K experimentům byly použity československé odrůdy a nšl. jetele lučního na diploidní a tetraploidní úrovni:

2n — Start, SE-44, SE-45, SE-46, SE-47; 4n — Kvarta, DO-4, DO-5, HŽ-IV, HŽ-V. Nšl. označená zkratkou SE pochází ze ŠS Slavice, DO ze ŠS Domoradie a HŽ ze ŠS Hladké Životic.

Cílem práce bylo: 1. otestovat rezistenci těchto původů jetele lučního vůči *Fusarium* spp.; 2. pokusit se v umělých infekčních podmínkách vyselektovat rezistentnější genotypy; 3. ověřit předpokládanou zvýšenou rezistenci u semenného potomstva těchto genotypů; 4. u semenného potomstva ze selektovaných a neselektovaných genotypů stanovit některé biochemické charakteristiky, mimo jiné i obsah veškerých aminokyselin.

Ad 1. Rezistence byla zjišťována v laboratorních podmínkách a následně ověřena na infekčním pozemku. Laboratorní test je standardizován pro určování juvenilní rezistence. Inokulovány byly sedmidenní rostliny, které byly poté kultivovány po dobu jednoho měsíce v aseptických *in vitro* podmínkách. Po uplynutí této doby byly vizuálně vyhodnoceny příznaky napadení (stupnice 0 až 3) a rezistence byla číselně vyjádřena průměrným stupněm napadení (PSN).

Od každého původu bylo inokulováno 75 rostlin, stejný počet byl rostlin kontrolních. Inokulum bylo tvořeno směsí šesti izolátů tří druhů: *Fusarium oxysporum* (izoláty č. 162, 180), *F. solani* (izoláty č. 143, 147) a *F. avenaceum* (izoláty č. 157, 158). Celková hustota inokula byla  $5.10^6$  spor.ml<sup>-1</sup>, přičemž zastoupení izolátů ve směsi bylo stejnocenné. Podrobnosti k tomuto způsobu testování uvádí Ne d ě l n í k (1986).

Ad 2. Polní test za zvýšeného infekčního tlaku probíhal po dobu tří let. Půda byla každoročně na jaře infikována stejnými izoláty *Fusarium* spp. jako v případě laboratorního testu. Způsob namnožení hub i způsob aplikace uvádí Ne d ě l n í k (1989).

Zásev byl proveden na jaře 1987, konečné hodnocení na podzim 1989. Semena byla vysévána individuálně do sponu 12,5 x 3 cm v celkovém množství 200 semen od každého původu. Počet rostlin byl volen tak, aby při předpokládaném úbytku rostlin během experimentu byla v době semenné seče ve druhém užitém roce hustota přibližně 100 až 150 jedinců na 1 m<sup>2</sup>. Vzdálenost mezi parcelami byla 1,5 m. K zabránění nežádoucího cizosprášení materiálů s různou úrovní ploidie byly 2n a 4n původy vysety odděleně v izolační vzdálenosti cca 150 m. Větší vzdálenost vzhledem k omezeným pokusným plochám nebylo možné realizovat. V rámci 2n a 4n materiálů bylo rozdílným termínem první seče rozloženo kvetení na delší časovou periodu tak, aby se i zde omezilo cizosprášení na minimum.

Během vegetace byly rostliny sečeny na zelenou hmotu, na semeno byly ponechány rostliny ve druhém užitém roce. Sklizeň osiva byla ruční, rostliny nebyly desikovány. Každá odrůda či nšl. byly sklizeny odděleně a také drhlíkování a čištění probíhalo vždy po důkladném vyčištění strojů po předcházejícím původu. Po sklizni byla určena celková hmotnost osiva a byly stanoveny základní kvalitativní a kvantitativní osivové charakteristiky.

Ad 3. Na základě znalosti juvenilní a adultivní rezistence bylo vybráno šest původů (2n — Start, SE-46, SE-47; 4n — Kvarta, DO-4, HŽ-IV), u kterých byla srovnána rezistence semenného potomstva ze selektovaných a neselektovaných rostlin. K dispozici bylo osivo z rostlin, které přežily na infekčním pozemku do druhého užitého roku (selektovaný materiál, značeno S) a osivo z rostlin bez záměrné selekce (neselektovaný materiál, značeno K).

Rezistence byla ověřována ve skleníkových podmínkách. Semena byla vyseta do tepelně sterilizovaného substrátu. Po vzejití byl počet rostlin v každé variantě upraven na 150. V průběhu kultivace byla snaha navodit co nejvyšší infekční tlak *Fusarium* spp. Proto byly rostliny ve 14denních intervalech zalévány sporovou suspenzí stejného druhového složení jako v laboratorních pokusech. Navíc byla provedena přímá inokulace. Rostliny ve stáří šesti týdnů byly vyjmuty z půdy, kořeny zkráceny na délku 5 cm a na 24 h ponořeny do vodní sporové suspenze *Fusarium* spp. Poté byla zkrácena i nadzemní část a rostliny zpět vysazeny do původního substrátu. Počínaje šestým týdnem trvání experimentu byly rostliny intenzivně sečeny (interval čtyř až pěti týdnů), vždy po seči následovala již výše uvedená zalívka sporovou suspenzí hub.

Ad 4. Vzorky pro stanovení aminokyselin byly z nadzemních částí rostlin odebrány 16. týden trvání experimentu, tj. 10 týdnů po přímé inokulaci rostlin. Vzorky byly usušeny při 50 °C a pomlety s jemností mletí 1 mm.

Obsah veškerých aminokyselin (zkratka AMK) byl stanoven na automatickém analyzátoru AAA-339 (výrobce Mikrotechna Modřany) po kyselé hydrolýze. Stanoveno bylo těchto 16 aminokyselin: kyselina asparagová, threonin, serin, kyselina glutamová, prolin, glycin, alanin, valin, methionin, izoleucin, leucin, tyrozín, lyzín, histidin, arginin. Výsledky jsou uvedeny v  $\mu$ M na 1 g suché hmoty.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Přestože hlavním cílem práce bylo porovnat množství aminokyselin v potomstvu rostlin selektovaných a neselektovaných na sníženou náchylnost vůči *Fusarium* spp., je třeba vzhledem k možným souvislostem uvést stručně prvotní výsledky (tab. I). Na diploidní úrovni byla ve srovnání s odrůdou Start všechna nšl. hodnocena jako náchylnější. Rozdíly, až na jedinou výjimku (SE-44 v polním testu), nebyly statisticky průkazné. U tetraploidních materiálů bylo v laboratorním testu hodnoceno na úrovni standardní odrůdy Kvarta nšl. HŽ-IV a jako průkazně lepší nšl. DO-4. V polním testu za zvýšeného infekčního tlaku překonala v počtu rostlin ve druhém užitém roce odrůdu Kvarta všechna nšl., přičemž počet rostlin u této odrůdy byl snížen průkazně.

| Odrůda, nšl. | Laboratorní test  | Polní test         |
|--------------|-------------------|--------------------|
|              | PSN               | P (%)              |
| 2n Start     | 2,57              | 90,00              |
| SE-44        | 3,00              | 64,28              |
| SE-45        | 2,90              | 82,14              |
| SE-46        | 2,63              | 85,18              |
| SE-47        | 2,83              | 80,77              |
| v%           | 6,51              | 12,08              |
| P = 0,01     | 2,41 – 3,16       | 60,48 – 100,47     |
| P = 0,05     | 2,56 – 3,01       | 68,39 – 92,56      |
| 4n Kvarta    | 2,43              | 66,67              |
| DO-4         | 1,93 <sup>+</sup> | 78,12              |
| DO-5         | 2,67              | 76,19              |
| HŽ-IV        | 2,47              | 78,57              |
| HŽ-V         | 2,73              | 91,43 <sup>+</sup> |
| v%           | 12,89             | 11,30              |
| P = 0,01     | 1,80 – 3,09       | 60,02 – 96,37      |
| P = 0,05     | 2,05 – 2,84       | 67,21 – 89,18      |

PSN — průměrný stupeň napadení

P — počet rostlin v druhém uživatelském roce

Na základě těchto výsledků byly do dalších testů zařazeny vedle obou standardních odrůd čtyři nšl. s relativně nižšími stupni napadení (2n - SE-46, SE-47; 4n - DO-4, HŽ-IV).

Ve druhé fázi byla testována rezistence generativního potomstva selektovaných a neselektovaných rostlin. Tab. II udává počet rostlin po infekci a hmotnosti zelené hmoty v jednotlivých termínech hodnocení. Ve většině případů bylo 16. týden trvání experimentu více žijících rostlin ve variantách předselektovaných v polních podmínkách. Zvýšení počtu rostlin se pohybovalo v rozmezí 5,33 až 24,00 %. Výjimku tvořily původy SE-46 a HŽ-IV, kde počet jedinců v kontrolních variantách byl vyšší. Zajímavé výsledky poskytlo srovnání hmotnosti zelené hmoty. Zatímco v prvních dvou termínech hodnocení, tj. 6. a 11. týden, byly většinou hmotnosti selektovaných a kontrolních rostlin srovnatelné, ve třetím termínu hodnocení hmotnostně zcela dominovaly kontrolní rostliny.

Výsledky stanovení obsahu veškerých aminokyselin udává tab. III. Pro stručnost jsou uvedeny pouze sumární množství a poměr ŠS/ŠK. U odrůdy Start a SE-47 nepřesáhly difference v obsahu aminokyselin mezi selektovanými a neselektovanými rostlinami hranici 2 %. Výjimkou na diploidní úrovni bylo nšl. SE-46. Množství aminokyselin v selektovaných rostlinách bylo o 26,23 % vyšší než v rostlinách kontrolních. Zvýšené koncentrace byly zaznamenány u všech sledovaných aminokyselin s výjimkou methioninu.

Na tetraploidní úrovni bylo u rostlin ze selektovaných mateřských jedinců detekováno zvýšení obsahu aminokyselin u všech tří původů, a to v rozpětí 1,59 ž 7,69 %.

II. Reakce generativního potomstva mateřských rostlin *Trifolium pratense* selektovaných na rezistenci vůči směsi *Fusarium* spp. na inokulaci stejnými patogeny ve skleníkových podmínkách — Response of generative progeny of maternal plants of *Trifolium pratense* selected for resistance to the *Fusarium* spp. mixture to inoculation by identical pathogens in glasshouse

| Odrůda,<br>nšl. |   | Výchozí stav<br>(abs.) | Doba trvání experimentu |                    |                    |                    |                    |                     |
|-----------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
|                 |   |                        | 6. týden                |                    | 11. týden          |                    | 16. týden          |                     |
|                 |   |                        | P (%)                   | ZH                 | P (%)              | ZH                 | P (%)              | ZH                  |
| 2n Start        | S | 150                    | 71,33                   | 0,266              | 50,66              | 0,462              | 47,33              | 0,951               |
|                 | K | 150                    | 67,33                   | 0,191              | 42,00              | 0,557              | 42,00              | 2,632 <sup>++</sup> |
| SE-46           | S | 150                    | 84,66                   | 0,360              | 75,33              | 0,581              | 75,33              | 1,116               |
|                 | K | 150                    | 88,66                   | 0,356              | 80,66              | 0,527              | 80,66              | 1,360               |
| SE-47           | S | 150                    | 87,33                   | 0,365              | 83,33              | 0,588              | 78,00              | 1,031               |
|                 | K | 150                    | 89,33                   | 0,366              | 74,66              | 0,950              | 72,00              | 1,924               |
| P = 0,01        |   |                        | 65,65 – 97,23           | 0,20 – 0,44        | 39,57 – 95,76      | 0,33 – 0,89        | 38,29 – 93,48      | 0,42 – 2,58         |
| P = 0,05        |   |                        | 71,37 – 91,51           | 0,24 – 0,39        | 49,57 – 85,98      | 0,43 – 0,79        | 48,29 – 83,48      | 0,81 – 2,19         |
| 4n Kvarta       | S | 150                    | 93,33                   | 0,333              | 72,66              | 0,325              | 70,66              | 1,117               |
|                 | K | 150                    | 82,00                   | 0,348              | 58,66              | 0,290              | 51,33              | 1,159               |
| DO-4            | S | 150                    | 100,00 <sup>+</sup>     | 0,397              | 92,00 <sup>+</sup> | 0,476              | 92,00 <sup>+</sup> | 0,908               |
|                 | K | 150                    | 74,66                   | 0,368              | 68,00              | 0,484              | 68,00              | 1,392               |
| HŽ-IV           | S | 150                    | 97,33                   | 0,661 <sup>+</sup> | 70,00              | 0,657 <sup>+</sup> | 62,66              | 1,694               |
|                 | K | 150                    | 91,33                   | 0,584              | 83,33              | 0,653 <sup>+</sup> | 78,00              | 2,218 <sup>+</sup>  |
| P = 0,01        |   |                        | 73,90 – 105,65          | 0,22 – 0,68        | 54,64 – 93,58      | 0,22 – 0,74        | 47,72 – 93,16      | 0,63 – 2,20         |
| P = 0,05        |   |                        | 79,65 – 99,90           | 0,30 – 0,59        | 61,69 – 86,52      | 0,32 – 0,64        | 55,95 – 84,93      | 0,91 – 1,91         |

P — počet rostlin v procentech výchozího stavu

ZH — průměrná hmotnost zelené hmoty jedné rostliny (g)

S — rostliny ze selektovaných mateřských jedinců

K — rostliny z kontrolních mateřských jedinců

Nejvyšší nárůst byl zjištěn u nšl. DO-4, zvýšené obsahy oproti kontrole byly zaznamenány u všech aminokyselin s výjimkou serinu.

Z uvedeného je patrné, že kvantitativní stránka experimentálních výsledků byla značně variabilní. Nejednoznačná situace byla i při kvalitativním rozboru koncentrací jednotlivých aminokyselin. Např. pouze u nšl. SE-46 a DO-4, což jsou původy s absolutně nejvyšším rozdílem v obsahu aminokyselin mezi variantami S a K, byl u selektovaných variant zvýšen obsah kyseliny asparagové. Jedinou aminokyselinou objevující se ve vyšší koncentraci ve všech selektovaných variantách byl fenylalanin. Naopak obsah serinu byl v selektovaných variantách až na jedinou výjimku (SE-46) nižší.

Experimentální srovnání obsahu veškerých aminokyselin v sušině nadzemních částí rostlin jetele lučního selektovaných a neselektovaných na rezistenci vůči směsi tří druhů rodu *Fusarium* spp. neprokázalo přímou vazbu mezi těmito faktory. Tab. IV demonstruje korelační vztahy mezi poměrem sumy aminokyselin v selektovaných a kontrolních rostlinách a poměrem v počtu rostlin S a K, přežívajících infekci 10. týden po inokulaci. U 2n materiálů byl korelační koeficient  $r = -1,00$ , u 4n původů  $r = 0,49$  a bez rozdílu ploidity  $r = -0,24$ . Takto diferencované výsledky neumožňují učinit



III. Obsah veškerých aminokyselin v potomstvu mateřských rostlin selektovaných a neselektovaných na rezistenci vůči směsi *Fusarium* spp. po přímé inokulaci těmito patogeny — Content of all amino acids in the progeny of maternal plants selected and unselected for resistance to the mixture of *Fusarium* spp. after direct inoculation by these pathogens

| Odrůda, nšl. |          |   | ΣAMK              | ΣS/ΣK       |
|--------------|----------|---|-------------------|-------------|
| 2n           | Start    | S | 1589,5            | 0,9806      |
|              |          | K | 1620,9            |             |
|              | SE-46    | S | 1665,6            | 1,2623      |
|              |          | K | 1319,2            |             |
|              | SE-47    | S | 1531,8            | 0,9933      |
|              |          | K | 1542,1            |             |
| 2n           | v%       |   | 7,85              | 14,75       |
|              | P = 0,01 |   | 1345,44 - 1744,26 | 0,17 - 1,99 |
|              | P = 0,05 |   | 1417,68 - 1672,02 | 0,68 - 1,47 |
| 2nS          | v%       |   | 4,21              |             |
|              | P = 0,01 |   | 1211,27 - 1980,00 |             |
|              | P = 0,05 |   | 1429,02 - 1762,24 |             |
| 2nK          | v%       |   | 10,47             |             |
|              | P = 0,01 |   | 597,85 - 2390,28  |             |
|              | P = 0,05 |   | 1105,59 - 1882,55 |             |
| 4n           | Kvarta   | S | 1626,2            | 1,0171      |
|              |          | K | 1598,8            |             |
|              | DO-4     | S | 1727,7            | 1,0769      |
|              |          | K | 1604,3            |             |
|              | HŽ-IV    | S | 1571,6            | 1,0159      |
|              |          | K | 1546,9            |             |
| 4n           | v%       |   | 3,89              | 3,36        |
|              | P = 0,01 |   | 1509,34 - 1715,83 | 0,84 - 1,24 |
|              | P = 0,05 |   | 1546,74 - 1678,42 | 0,95 - 1,12 |
| 4nS          | v%       |   | 4,82              |             |
|              | P = 0,01 |   | 1188,14 - 2095,53 |             |
|              | P = 0,05 |   | 1445,17 - 1838,49 |             |
| 4nK          | v%       |   | 2,00              |             |
|              | P = 0,01 |   | 1401,94 - 1764,73 |             |
|              | P = 0,05 |   | 1504,70 - 1661,96 |             |

ΣAMK — suma veškerých aminokyselin stanovená v sušině nadzemních částí rostlin ( $\mu\text{M}\cdot\text{g}^{-1}$ )

ΣS/ΣK — poměr obsahu aminokyselin v selektovaném a kontrolním materiálu

S — rostliny ze selektovaných mateřských jedinců

K — rostliny z kontrolních mateřských jedinců



IV. Korelační vztahy mezi obsahem aminokyselin a počtem rostlin odrůd a nšl. jetele lučního po inokulaci *Fusarium* spp. — Correlations between amino acid contents and the number of plants of varieties and new breeds of mammoth red clover after inoculation by *Fusarium* spp.

| Odrůda, nšl.          | AMK                 | Rostliny            |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
|                       | $\Sigma S/\Sigma K$ | $\Sigma S/\Sigma K$ |
| 2n Start              | 0,9806              | 1,1269              |
| SE-46                 | 1,2623              | 0,9339              |
| SE-47                 | 0,9933              | 1,0833              |
| 4n Kvarta             | 1,0171              | 1,3766              |
| DO-4                  | 1,0769              | 1,3529              |
| HŽ-IV                 | 1,0159              | 0,8033              |
| Korelační koeficienty | 2n                  | $r = -1,00$         |
|                       | 4n                  | $r = 0,49$          |
|                       | 2n + 4n             | $r = -0,24$         |

AMK  $\Sigma S/\Sigma K$  — poměr obsahu veškerých aminokyselin v nadzemních částech selektovaných a kontrolních rostlin (tab. III)

Rostliny  $\Sigma S/\Sigma K$  — poměr počtu rostlin ze selektovaných a kontrolních variant 10 týdnů po inokulaci *Fusarium* spp. (tab. II)

jednoznačný závěr o vztahu rezistence a obsahu aminokyselin a nedávají tedy možnost určovat přibližnou úroveň rezistence nepřímým stanovením jejich obsahu. Určitou alternativou vedoucí k tomuto cíli by mohlo být podrobnější studium úlohy jednotlivých aminokyselin v procesu patogeneze a s tím souvisejících změn v jejich koncentracích.

Mezi rezistencí a vyšším obsahem jedné nebo několika aminokyselin, které inhibují patogena nebo rozvoj choroby, byla v několika případech nalezena korelace. Předložené důkazy o významu aminokyselin pro rezistenci se však až na výjimky nepokládají za dostatečně přesvědčivé (Kůdela et al., 1989).

V systému jetele lučního x *Fusarium* spp. byl obsah aminokyselin sledován 10 týdnů po inokulaci v sušině nadzemní části rostlin několika odrůd a nšl. Autoři zjistili u rezistentních až středně rezistentních materiálů vysoce statisticky významné rozdíly v obsahu aminokyselin ve srovnání s odrůdami a nšl. patřícími ke středně náchylným až náchylným (Kováčiková et al., 1989). Významný rozdíl mezi hladinou rezistence a obsahem aminokyselin se neprojevil v sušině kořenů, z čehož autoři vyvozují závěr, že obsah aminokyselin v kořenech nesouvisí se stupněm rezistence rostlin.

Nejednotné výsledky publikují Mačec et al. (1981). Zvýšení obsahu aminokyselin u rezistentních jedinců bylo popsáno u jilmu. Naopak u jahodníku byla po infekci houbou *Verticillium dahliae* zjištěna redukce jejich obsahu. V páru *Lupinus luteus* x *Fusarium* spp. byla kyselina glutamová detekována pouze u náchylných rostlin, také celkový obsah aminokyselin po inokulaci klesal. V další práci byly srovnávány obsahy aminokyselin v náchylných a rezistentních rostlinách bavlíku. Z osmi aminokyselin byl pouze alanin nalezen v nižší koncentraci u rezistentních než u náchylných rostlin. U této aminokyseliny se následně potvrdilo, že stimuluje růst *Verticillium dahliae*.

Z našich experimentů také nelze formulovat jednoznačné závěry. Obsah aminokyselin v sušině nadzemních částí potomstev pocházejících ze selektovaných a neselektovaných mateřských jedinců jetele lučního byl variabilní a nebyly prokázány explicitní korelační vazby mezi úrovní rezistence a koncentracemi aminokyselin.

Děkuji RNDr. Františku Novotnému, CSc., za stanovení obsahu aminokyselin a paní Janě Bacoové za technickou asistenci.

# Literatura

- KOVÁČIKOVÁ, E. — JAKEŠOVÁ, H. — NOVOTNÝ, F.: Obsah aminokyselin v odrůdách jetele lučního, s různou rezistencí vůči patogenním houbám rodu *Fusarium*. Rostl. Vyr., 35, 1989, č. 11, s. 1169 — 1174.
- KUDELA, V. et al.: Obecná fytopatologie. Praha, Academia 1989, 387 s.
- MACE, M. E. — BELL, A. A. — BECKMAN, C. H.: Fungal wilt diseases of plants. New York, Academic Press 1981, 640 s.
- NEDĚLNÍK, J.: Citlivost některých odrůd jetele lučního k vybraným druhům *Fusarium* spp. a vliv fungicidů na růst fuzárií *in vitro*. Ochr. Rostl., 22, 1986, č. 4, s. 285 — 293.
- NEDĚLNÍK, J.: Studium citlivosti odrůd jetele lučního k *Fusarium solani* v laboratorních a polních podmínkách. In: Sbor. Výzk. šlecht. Úst. pícnin. Troubsko, 11, 1989, s. 197 — 203.

Došlo dne 27. 6. 1990

NEDĚLNÍK, J. (OSEVA — Fodder Crops Research and Breeding Institute, Troubsko): *Amino acids content in plants of mammoth red clover after selection for resistance to Fusarium spp.* Rostl. Vyr., 36, 1990 (8): 865 — 871.

Content of all amino acids has been compared in dry matter of above-ground parts of mammoth red clover plants. The plants originated from Czechoslovak varieties and new breeds and represented the progeny of parental individuals selected and unselected for resistance to mixed infection *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, and *F. avenaceum*. The plants tested were inoculated by these pathogens and contents of 16 most important amino acids have been determined ten weeks from inoculation. With exception of new breeds SE-46 and DO-4, among individuals from selected and control mothers there were only small differences not exceeding 2 %. No direct correlation was found out between contents of all amino acids and the capability to respond to pathogenic microorganisms.

red clover; *Fusarium* spp.; selection for resistance; amino acid contents

NEDĚLNÍK, J. (OSEVA — Forschungs- und Züchtungsinstitut für Futterpflanzenbau, Troubsko): *Gehalt der Kleearten an Aminosäuren nach der Selektion auf Resistenz gegen Fusarium spp.* Rostl. Vyr., 36, 1990 (8): 865 — 871.

In der Trockensubstanz der oberirdischen Teile der Wiesenkleepflanzen verglichen wir den Gehalt an gesamten Aminosäuren. Die Pflanzen hatten ihre Herkunft in tschechoslowakischen Sorten und Neuzüchtungen und waren Nachkommenschaft der auf Resistenz gegen die Infektion durch *Fusarium oxysporum*, *F. solani* und *F. avenaceum* selektierten oder nicht selektierten Mutterpflanzen. Die Testpflanzen wurden mit diesen Pathogenen inokuliert und 10 Wochen nach der Inokulation wurde der Gehalt an 16 bedeutendsten Aminosäuren ermittelt. Mit Ausnahme der Neuzüchtung SE-46 und DO-4 konnten zwischen den Einzelpflanzen aus selektierten und Kontrollmüttern nur geringe Unterschiede (<2 %) beobachtet werden. Es wurde keine direkte Korrelationsbeziehung zwischen dem Gehalt an gesamten Aminosäuren und dem Vermögen der Pflanzen auf pathogene Mikroorganismen zu reagieren festgestellt.

Wiesenklee; *Fusarium* spp. Resistenzselektion; Gehalt an Aminosäuren

Adresa autora:

RNDr. Jan Nedělník, OSEVA — Koncernový výzkumný a šlechtitelský ústav pícninářský, Zahradní 1a, 664 41 Troubsko

## ALFALFA AND ALFALFA IMPROVEMENT

A. A. Hanson

*Agronomy, ASA, CSSA, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, 1988, č. 29, 1084 s.*

Monografia o lucerne je už treťou a najrozsiahlejšou za posledných 16 rokov. Sú v nej zahrnuté doterajšie i najnovšie výskumné poznatky a výsledky (prevažne z USA) z jej pestovania, šľachtenia, množenia, zberu, konzervovania, využívania a ďalších smerov výskumu.

Celú šírku problematiky zachytuje 34 kapitol: 1 až 3: Prehľad o lucerne v USA, Kanade; Rozšírenie vo svete a historický vývoj; Rod *Medicago* a pôvod lucernej siatej; 4 až 8: Morfológia a anatómia; Fyziológia prostredia a rast rastlín; Asimilácia; Symbiotická fixácia  $N_2$ ; Tolerancia na teplo a chlad; 9 až 13: Základanie; Výživa a hnojenie; Vzťah k vode a závlaha; Termíny zberu; Miešanky s trávami; 14 až 19: Kfma hodnota; Antikvalitné faktory a antinutričné látky; Spásanie; Úloha sena, siláže a úsuškov pri výžive dobytka; Frakcionácia a jej produkty; 20 až 23: Geografická adaptácia a výber odrôd; Choroby a nematódy; Hmyz a roztoče; Buriny a ochrana; 24 až 29: Cytológia a cytogenetika lucernej; Šľachtenie a kvantitatívna genetika; Šľachtenie na úrodu a kvalitu; Šľachtenie na odolnosť proti chorobám a häd'atkám; Šľachtenie proti hmyzu; Lucernové pletivové kultúry; 30 až 34: Kontrola opelenia - mechanická a sterilita; Fyziológia semena; Prax semenárskej produkcie; Priemysel semenárstva; Budúce trendy v Severnej Amerike.

Z mnohých nových poznatkov a výsledkov výskumu, šľachtenia a technicko-organizačných riešení odporúčaných a využívaných v praxi uvediem aspoň niektoré: Potenciálna produktivnosť lucernej je dva- až trikrát vyššia, než je toho času bežné v praxi, pre jej nezáujem zavádzať komplexný produkčný systém aj na základe modelov kvality lucernej, dávok spotreby, potreby strojov, marketingu a pod.

Staršia rajonizácia odrôd lucernej do desiatich zón USA podľa ich zimovzdornosti je teraz spresnená podľa ich deviatich stupňov dormancie (od veľmi dormantných na severe USA až po veľmi nedormantné na juhu) do príslušných zón. Pritom nižšie úrody lucernej na severe sú z troch až štyroch kosieb oproti úrodám z juhu, kde sú zo siedmich až deviatich kosieb a pri závlaha. Pritom nedormantné odrody viac hromadia dusík v koreňoch aj v úrode než dormantné. Napr. odroda Nitro vytvorila 105 kg  $N \cdot ha^{-1}$  v koreňoch fixáciou  $N_2$  oproti 66 kg dormantnej odrody. Vyšľachtené odrody s viac rizóbiemi produkujú o 10 % viac sušiny krmu s vyšším obsahom bielkovín o 22 % oproti pôvodným. Pritom sú aj odrody s neefektívnou fixáciou.

Šľachtenie lucernej pre rôzne zóny sa orientuje na odolnosť proti škodlivým činiteľom a vhodné vlastnosti pre príslušnú zónu, napr. v severných zónach sa používajú odrody zimovzdorné s redukovanou jesennou dormanciou. V USA sú odrody s vysokou úrovňou rezistencie, napr. proti bakteriálnemu vädnutiu, antraknóze, verticilióze, fuzarióze, fytoftóre koreňov i stoniek. Rezistentné odrody sú tu najekonomickejšou formou ochrany.

Optimálna hĺbka sejby je odporúčaná 6,4 až 19 mm pre pôdy štruktúrne, resp. 12,7 až 39 mm pre menej štruktúrne a suché. Pre najvyššiu úrodu v druhom roku pestovania sú optimálne počty rastlín 14 až 26 na 0,1  $m^2$  v rôznych zónach. Pri deficite vody klesajú úrody, avšak rastie kvalita zmenou pomeru listov k stonkám. Najvyššie náklady aj reziduá obmedzujú používanie pesticídov. Na opakované a rýchle zisťovanie kvality krmu samotnými farmármi slúži analyzátor NIRS (krátko-infračervený reflexný spektroskop, ktorého žiarenie rôzne pohlcujú makroprvky vzorky, čím ich odlišuje).

Pri zbere sena používajú organické kyseliny s vysokým podielom kyseliny propiónovej počas balíkovania. Lucernu na semeno pestujú v širokých riadkoch 0,6 až 1,5 m pri závlaha na juhozápade s výsevom 0,3 až 2 kg na 1 ha. Pridaním prstových zdvíhakov na kombajny znižujú straty semena až o 50 kg, resp. silným prúdom vzduchu z ich otvorov zachraňujú aj padajúce semená.

Monografia amerických autorov o lucerne je v súčasnosti najobsažnejším a najkompletnejším dielom na svete s obsiahlymi prehľadmi citovaných autorov v každej kapitole.

Ing. Jozef Dančík, CSc.

J. Pristaš

PRISTAŠ, J. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany): *Vplyv niektorých agrotechnických opatrení na úrodu lucerny*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 873 – 879.

V poľných pokusoch na hlinitej degradovanej černoze pri sejbách lucerny na jar bez krycej plodiny zaoraním pšeničnej slamy neovplyvnilo úrodu sušiny lucerny za tri roky. Hlboké kyprenie pôdy zvýšilo úrodu lucerny za tri roky  $0,765 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , avšak nebolo štatisticky významné. Vápnenie zvýšilo úrodu za tri roky o  $0,684 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  a zvýšená úroveň hnojenia fosforom a draslíkom o  $0,361 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , pričom obidve tieto zvýšenia boli štatisticky významné. Hnojenie dusíkom pred sejbou zvýšilo úrodu v roku sejby štatisticky významne ( $0,416 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), ale úrodu za tri roky neovplyvnilo.

lucerna; zaoranie slamy; hlboké kyprenie pôdy; vápnenie; úroveň hnojenia fosforom a draslíkom; hnojenie dusíkom pred sejbou

Pri obmedzených možnostiach rozširovať osevné alebo zberové plochy lucerny je nutné vyššiu výrobu lucernového krmu zabezpečovať hlavne cestou zvyšovania hektárových úrod. V tejto práci sme zisťovali, v akom rozsahu možno úrody lucerny zvýšiť agrotechnickými opatreniami: zaoraním pšeničnej slamy, hlbokým kyprením pôdy, vápnením, zvýšeným hnojením fosforom a draslíkom a hnojením dusíkom pred sejbou.

Údaje o vplyve zaorania slamy na úrodu lucerny sme v dostupnej literatúre nenašli. Muľar – cit. Jambor (1980) a Burda, Pokorný (1980) zistili však acidifikačný vplyv hnojenia slamou, čím by zaoranie slamy mohlo negatívne vplývať na lucernu.

Zvýšenie úrody lucerny hlbokým kyprením pôdy dosiahli Carry et al. (1967), Nyiri (1967), Gora (1971) a Sipos, Nagy (1981, 1982).

Priaznivý vplyv vápnenia na lucernu a výrazné zvýšenie jej úrod na kyslých a slabokyslých pôdach uvádzajú Kundler et al. (1970), Gora (1971), Schulze et al. (1974) a iní. Vzhľadom na značné odčerpávanie vápnika lucernou Kundler (1970), Nehring, Lüdecke (1971), Rhykerd, Overdahl (1972) a Klesnil a kol. (1978) odporúčajú udržiavacie vápnenie aj pri neutrálnej reakcii pôdy.

Potrebu zabezpečiť vysokú úroveň výživy fosforom a draslíkom ako nutnú podmienku vysokých úrod uvádzajú Kundler et al. (1970), Nehring, Lüdecke (1971), Rhykerd, Overdahl (1972), Klesnil a kol. (1978) i Dančík a kol. (1981).

Hnojenie štartovacou dávkou dusíka na zabezpečenie výživy vzídennej lucerny dusíkom do vytvorenia aktívnej symbiôzy s rhizóbiami odporúčajú Nehring, Lüdecke (1971) na všetkých pôdach, Rhykerd, Overdahl (1972) len na menej úrodných pôdach, ale Kundler et al. (1970) a Klesnil a kol. (1978) ho neodporúčajú. My sme hnojenie dusíkom do pokusov zaradili i s prihliadnutím na zaoranie slamy a aj dávku dusíka sme použili primeranú k množstvu zaoranej slamy.

## MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme založili na pracovisku VÚRV Piešťany v Borovciach v rokoch 1982 a 1983. Každý pokus trval tri roky. Druhý pokus bol časovým opakovaním prvého.

Nadmorská výška pozemkov je 170 až 180 m, výrobná oblasť kukuričná. Dlhodobá priemerná ročná teplota je  $9,2^\circ\text{C}$ , dlhodobý ročný úhrn atmosferických zrážok 625 mm. Dlhodobá priemerná teplota za vegetačné obdobie je  $15,7^\circ\text{C}$ , dlhodobý úhrn atmosferických zrážok za vegetačné obdobie 352 mm. Odchýlky v množstve zrážok a v priemernej teplote v rokoch vykonania pokusov sú uvedené v tab. I.

I. Porovnanie zrážok a teplôt v rokoch vykonania pokusu s dlhodobým normálom — Comparison of precipitation and temperatures in the year of the trial with the long-time normal

| Rok  | Za celý rok        |                                             | Za vegetačné obdobie |                                             | Mesiace vo vegetačnom období s nedostatkom zrážok |
|------|--------------------|---------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|      | zrážky v % normálu | odchýlky priemerných teplôt od normálu v °C | zrážky v % normálu   | odchýlky priemerných teplôt od normálu v °C |                                                   |
| 1982 | 79,4               | +0,2                                        | 89,4                 | -0,3                                        | 4., 6., 9.                                        |
| 1983 | 72,8               | +0,9                                        | 68,3                 | +1,4                                        | 4., 7., 8.                                        |
| 1984 | 110,5              | -0,2                                        | 121,9                | -0,9                                        | 4., 6., 7.                                        |
| 1985 | 94,7               | -1,0                                        | 103,5                | 0,5                                         | 4., 9.                                            |

II. Agrochemické rozborov pôdy pred založením pokusov — Agrochemical soil analyses before the establishment of the trials

| Rok založenia pokusu | Vrstva pôdy (m) | Základné agrochemické ukazovatele |           |               |                           |                   |                                   |                   |
|----------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------|---------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
|                      |                 | pH v KCl                          | humus (%) | celkový N (%) | prístupný P podľa Egnera  |                   | prístupný K podľa Schachtschabela |                   |
|                      |                 |                                   |           |               | mg. kg <sup>-1</sup> pôdy | hodnotenie obsahu | mg. kg <sup>-1</sup> pôdy         | hodnotenie obsahu |
| 1982                 | 0,0 — 0,2       | 5,8                               | 1,881     | 0,123         | 54,8                      | stredný           | 166,5                             | stredný           |
|                      | 0,2 — 0,4       | 6,1                               | 1,850     | 0,111         | 43,7                      | stredný           | 132,6                             | stredný           |
|                      | 0,4 — 0,6       | 5,8                               | 0,904     | 0,083         | 18,8                      | malý              | 73,4                              | malý              |
| 1983                 | 0,0 — 0,2       | 6,8                               | 1,918     | 1,125         | 36,5                      | stredný           | 128,4                             | stredný           |
|                      | 0,2 — 0,4       | 7,0                               | 1,533     | 0,103         | 21,2                      | malý              | 98,8                              | malý              |
|                      | 0,4 — 0,6       | 7,0                               | 1,116     | 0,084         | 12,2                      | veľmi malý        | 74,2                              | veľmi malý        |

Pôda je hlinitá degradovaná černoziem na spraši. Výsledky agrochemických rozborov pôdy pred založením pokusov uvádza tab. II.

Poľné pokusy boli usporiadané v kolmo delených blokoch s delenými dielcami a opakovane dvakrát po sebe delenými poddielcami. Pokusy mali štyri opakovania. Veľkosť pokusnej parcelky bola 25 m<sup>2</sup>, zberovej parcelky 10 m<sup>2</sup>.

Skúmané opatrenia (faktory) a ich úrovne boli tieto:

- Faktor A — zaoranie slamy,  
 A<sub>1</sub> — bez zaorania slamy,  
 A<sub>2</sub> — zaoranie 6 t.ha<sup>-1</sup> porezanej pšeničnej slamy;  
 Faktor B — hlboké kyprenie pôdy,  
 B<sub>1</sub> — bez hlbokého kyprenia,  
 B<sub>2</sub> — kyprenie do hĺbky 0,5 m Vibrolazom, dva až tri týždne po podmiatke;  
 Faktor C — vápnenie,  
 C<sub>1</sub> — bez vápnenia,  
 C<sub>2</sub> — vápnenie 3 t.ha<sup>-1</sup> mletého vápenca, tri až štyri týždne po kyprení pôdy;  
 Faktor D — úrovne hnojenia fosforom a draslíkom,



| Faktor — opatrenie         | Úroveň faktora                | V prvom roku                   |                                                                 | V druhom roku                  |                                                                 | V treťom roku                  |                                                                 |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                            |                               | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | rozdiel<br>medzi<br>1. a 2.<br>úrovňou<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | rozdiel<br>medzi<br>1. a 2.<br>úrovňou<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | rozdiel<br>medzi<br>1. a 2.<br>úrovňou<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) |
| A — zaoranie slamy         | A <sub>1</sub> — bez slamy    | 8,690                          | —                                                               | 17,560                         | —                                                               | 15,606                         | —                                                               |
|                            | A <sub>2</sub> — so slamou    | 8,654                          | -0,036                                                          | 17,566                         | +0,006                                                          | 15,879                         | +0,273                                                          |
| B — hlboké kyprenie        | B <sub>1</sub> — bez kyprenia | 8,646                          | —                                                               | 17,383                         | —                                                               | 15,566                         | —                                                               |
|                            | B <sub>2</sub> — s kyprením   | 8,697                          | +0,051                                                          | 17,743                         | +0,360                                                          | 15,920                         | +0,354                                                          |
| C — vápnenie               | C <sub>1</sub> — bez vápnenia | 8,583                          | —                                                               | 17,481                         | —                                                               | 15,572                         | —                                                               |
|                            | C <sub>2</sub> — s vápnenním  | 8,761                          | +0,178                                                          | 17,645                         | +0,164                                                          | 15,914                         | +0,342                                                          |
| D — úroveň PK-hnojenia     | D <sub>1</sub> — základná     | 8,598                          | —                                                               | 17,446                         | —                                                               | 15,753                         | —                                                               |
|                            | D <sub>2</sub> — zvýšená      | 8,746                          | +0,148                                                          | 17,680                         | +0,234                                                          | 15,734                         | -0,019                                                          |
| E — hnojenie N pred sejbou | E <sub>1</sub> — bez N        | 8,464                          | —                                                               | 17,633                         | —                                                               | 15,835                         | —                                                               |
|                            | E <sub>2</sub> — s N          | 8,880                          | +0,416                                                          | 17,493                         | -0,140                                                          | 15,652                         | -0,183                                                          |

D<sub>1</sub> — zásobne na tri roky 90 kg P.ha<sup>-1</sup>; súčasne so zásobným hnojením fosforom 120 kg K.ha<sup>-1</sup>, v jeseni prvého roku 120 kg K.ha<sup>-1</sup>, v jeseni druhého roku 120 kg K.ha<sup>-1</sup>,

D<sub>2</sub> — zásobne na tri roky 180 kg P.ha<sup>-1</sup>; súčasne so zásobným hnojením fosforom 240 kg K.ha<sup>-1</sup>, v jeseni prvého roku 240 kg K.ha<sup>-1</sup>, v jeseni druhého roku 240 kg K.ha<sup>-1</sup>,

Faktor E — hnojenie dusíkom pri príprave pôdy pred sejbou,

E<sub>1</sub> — bez hnojenia dusíkom,

E<sub>2</sub> — pri jarnej príprave pôdy pred sejbou 60 kg N.ha<sup>-1</sup> v liadku amónnom s vápencom.

Predplodinou lucerny bola ozimná pšenica, ktorá nasledovala po kukurici na siláž. Jarnú prípravu pôdy sme robili bránením a kombinátorom. Pred sejbou sme pôdu valcovali.

Lucernu, odrôdu Palava sme vysievali na jar bez krycej plodiny do riadkov 125 mm. Výševok bol 8 mil. kľúčivých semien na 1 ha. Po sebe sme pôdu bránili a opäť valcovali. V roku seby sme urobili tri kosby, v druhom roku veku porastu štyri kosby a v treťom roku veku porastu tri kosby. V treťom roku koncom augusta sme porast vyorali, pretože po ňom nasledovala pšenica.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Úrody sušiny lucerny podľa úrovni faktorov a rokov veku porastu uvádzame v priemere za obidva pokusy (tab. III).

V prvom roku veku porastov najvyššie zvýšenie úrody sušiny o 0,416 t.ha<sup>-1</sup> bolo docielené jarným predsejbovým hnojením dusíkom. Vápnenie zvýšilo úrodu lucerny o 0,178 t.ha<sup>-1</sup>, zvýšená úroveň hnojenia fosforom a draslíkom o 0,148 t.ha<sup>-1</sup>. Vplyv zaorania slamy (zníženie úrody o 0,036 t.ha<sup>-1</sup>) a vplyv hlbokého kyprenia pôdy (zvýšenie úrody o 0,051 t.ha<sup>-1</sup>) bol nepatrný.

V druhom roku veku porastov najvyššie zvýšenie úrody sušiny o 0,360 t.ha<sup>-1</sup> bolo pri hlbokom kyprení pôdy, menšie pri zvýšenej úrovni PK-hnojenia o 0,234 t.ha<sup>-1</sup> a pri vápnení o 0,164 t.ha<sup>-1</sup>. Zaoranie slamy úrodu neovplyvnilo a po predsejbovom hnojení dusíkom bola úroda nižšia o 0,140 t.ha<sup>-1</sup> ako bez neho.

V treťom roku veku porastu bola úroda po zaoraní slamy vyššia o 0,273 t.ha<sup>-1</sup>, po hlbokom kyprení pôdy o 0,354 t.ha<sup>-1</sup> a po vápnení o 0,342 t.ha<sup>-1</sup>. Pri zvýšenej úrovni



| Faktor — opatrenie         | Úroveň faktora                | Za tri roky                 |                                                     | V priemere za rok           |                                                     | Úroda pri 2. úrovni v % k 1. úrovni |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                            |                               | úroda (t.ha <sup>-1</sup> ) | rozdiel medzi 1. a 2. úrovňou (t.ha <sup>-1</sup> ) | úroda (t.ha <sup>-1</sup> ) | rozdiel medzi 1. a 2. úrovňou (t.ha <sup>-1</sup> ) |                                     |
| A — zaoranie slamy         | A <sub>1</sub> — bez slamy    | 41,856                      | —                                                   | 13,952                      | —                                                   | 100,00                              |
|                            | A <sub>2</sub> — so slamou    | 42,099                      | +0,243                                              | 14,033                      | +0,081                                              | 100,58                              |
| B — hlboké kyprenie        | B <sub>1</sub> — bez kyprenia | 41,595                      | —                                                   | 13,865                      | —                                                   | 100,00                              |
|                            | B <sub>2</sub> — s kyprením   | 42,360                      | +0,765                                              | 14,120                      | +0,255                                              | 101,84                              |
| C — vápnenie               | C <sub>1</sub> — bez vápnenia | 41,636                      | —                                                   | 13,879                      | —                                                   | 100,00                              |
|                            | C <sub>2</sub> — s vápnením   | 42,320                      | +0,684                                              | 14,107                      | +0,228                                              | 101,64                              |
| D — úroveň PK-hnojenia     | D <sub>1</sub> — základná     | 41,797                      | —                                                   | 13,933                      | —                                                   | 100,00                              |
|                            | D <sub>2</sub> — zvýšená      | 42,158                      | +0,361                                              | 14,053                      | +0,120                                              | 100,86                              |
| E — hnojenie N pred sejbou | E <sub>1</sub> — bez N        | 41,930                      | —                                                   | 13,977                      | —                                                   | 100,00                              |
|                            | E <sub>2</sub> — s N          | 42,026                      | +0,096                                              | 14,009                      | +0,032                                              | 100,23                              |

hnojenia fosforom a draslíkom bola úroda nepatrne nižšia (o 0,190 t.ha<sup>-1</sup>) a po predsejbovom hnojení dusíkom nižšia o 0,183 t.ha<sup>-1</sup>.

Sumárne za tri roky zaoranie slamy zvýšilo úrodu o 0,243 t.ha<sup>-1</sup>, hlboké kyprenie pôdy o 0,765 t.ha<sup>-1</sup>, vápnenie o 0,684 t.ha<sup>-1</sup>, zvýšená úroveň hnojenia PK o 0,361 t.ha<sup>-1</sup> a predsejbové hnojenie dusíkom o 0,096 t.ha<sup>-1</sup> (tab. IV).

V pomerných hodnotách zvýšenie úrody za tri roky bolo malé: pri zaoraní slamy o 0,56 %, pri hlbokom kyprení pôdy o 1,84 %, pri vápnení o 1,64 %, pri zvýšenej úrovni PK-hnojenia o 0,86 % a pri predsejbovom hnojení dusíkom o 0,23 %.

Úrody pri jednotlivých kombináciách faktorov neuvádzame pre rozsiahlosť príslušných tabuliek. Z týchto úrod je zrejmé, že pôsobenie faktorov nebolo vždy navzájom nezávislé (čo potvrdzujú aj preukazné interakcie faktorov) a že kladný vplyv faktorov na úrody sa nekumuloval pri spolupôsobení viacerých faktorov. Pri viacerých kombináciách, v ktorých neboli všetky faktory uplatnené (nemali druhú úroveň), dosiahli sa približne rovnaké úrody a ani úroda pri kombinácii všetkých faktorov na druhej úrovni nebola najvyššia.

Výťah z matematicko-štatistického vyhodnotenia úrod (celé vyhodnotenie je veľmi rozsiahle) uvádzame v tab. V. V prvom roku veku porastu štatisticky významný bol vplyv hnojenia dusíkom pred sejbou (na hranici  $P = 0,01$ ) a vápnenia (na hranici  $P = 0,05$ ). V oboch prípadoch išlo o zvýšenie úrody. V druhom roku veku porastu bol štatisticky významný vplyv žiadneho faktora. V treťom roku veku porastu bol štatisticky významný vplyv hnojenia dusíkom pred sejbou (na hranici  $P = 0,05$ ), ale v smere zníženia úrody sušiny.

Celkove za tri roky štatisticky významný vplyv na úrody malo vápnenie a zvýšená úroveň PK-hnojenia (faktory C, D). Vplyv ostatných bol štatisticky významný. Pri zaoraní slamy (faktor A) a pri hnojení dusíkom pred sejbou (faktor E) išlo o najmenšie rozdiely medzi prvou a druhou úrovňou každého z týchto faktorov. Pri hlbokom kyprení

| Zdroj variancie<br>(faktory a interakcie) | Priemerný štvorec a významnosť <i>F</i> -testu |                   |                   |                     |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
|                                           | rok veku porastu                               |                   |                   | spolu za tri roky   |
|                                           | prvý                                           | druhý             | tretí             |                     |
| Z — rok založenia                         | 9,97                                           | 418,69            | 20,41             | 498,93              |
| A — zaoranie slamy                        | 0,08                                           | 0,00              | 4,73              | 2,07                |
| B — hlboké kyprenie                       | 0,17                                           | 8,33              | 8,04              | 31,56               |
| C — vápnenie                              | 2,04 <sup>+</sup>                              | 1,71              | 7,51              | 24,56 <sup>+</sup>  |
| D — úrovně hnojenia PK                    | 1,40                                           | 3,52              | 0,02              | 11,60 <sup>+</sup>  |
| E — hnojenie N pred sebou                 | 11,12 <sup>++</sup>                            | 1,25              | 2,13 <sup>+</sup> | 0,06                |
| A x B                                     | 0,76                                           | 3,16              | 0,01              | 2,20                |
| A x C                                     | 0,27                                           | 0,07              | 1,00              | 0,08                |
| A x E                                     | 0,85                                           | 0,01              | 0,08              | 1,18                |
| A x D                                     | 0,00                                           | 0,59              | 0,25              | 0,07                |
| B x C                                     | 2,25                                           | 9,91 <sup>+</sup> | 0,13              | 20,20 <sup>+</sup>  |
| B x D                                     | 0,04                                           | 0,03              | 1,83              | 1,43                |
| B x E                                     | 0,14                                           | 0,56              | 0,00              | 0,42                |
| C x D                                     | 1,67                                           | 2,74              | 0,10              | 7,58                |
| C x E                                     | 1,26                                           | 8,84 <sup>+</sup> | 0,00              | 12,94 <sup>+</sup>  |
| D x E                                     | 0,12                                           | 4,61              | 6,99              | 21,34 <sup>++</sup> |

<sup>+</sup> *F*-test významný pri  $P = 0,05$

<sup>++</sup> *F*-test významný pri  $P = 0,01$

bol vplyv tohto faktora štatisticky nevýznamný napriek tomu, že pri tomto faktore bol najväčší rozdiel medzi úrodami bez kyprenia a s kyprením. Nevýznamnosť vplyvu tohto faktora súvisí s usporiadaním pokusu, tento faktor bol zaradený na dielce kolmo predchádzajúce cez ostatné, ktoré ako vidieť, boli najviac ovplyvnené nevyrovnanosťou pôdy pokusov. Pri použití modelu analýzy variancie pre úplne znáhodnený pokus by bol vplyv hlbokého kyprenia najvýznamnejší spomedzi skúmaných faktorov.

Významnosť vplyvu niektorých interakcií faktorov potvrdzuje, že v účinku jednotlivých faktorov boli určité vzájomné závislosti a podmienenosti. Je pravdepodobné, že významnosť niektorých interakcií súvisí so slabým hlavným efektom skúmaných faktorov.

Slabý a nevýznamný vplyv zaorania slamy na úrody lucerny ukazuje, že z hľadiska úrod lucerny bolo toto opatrenie neúčinné. Na druhej strane nebolo však ani významne škodlivé, takže je ho možné uplatniť tam, kde treba likvidovať prebytky slamy zaoraním. Množstvo rastlinných živín, ktoré sa dodalo slamou (cca 18 kg N.ha<sup>-1</sup>, 4,5 kg P.ha<sup>-1</sup> a 33 kg K.ha<sup>-1</sup>), bolo malé vzhľadom k zásobenosti pôdy prístupnými živinami a k použitým dávkam živín pri hnojení. Príznaky zvýšenia kyslosti pôdy sa na lucerne neprejavili.

Malé zvýšenie úrody lucerny hlbokým kyprením pôdy neodpovedá literárnym údajom (Cary et al., 1967; Nyiri, 1967; Sipos, Nagy, 1981, 1982). Nižšia účinnosť hlbokého kyprenia pôdy bola zrejme dôsledkom toho, že nešlo o pôdu so silne zhutnelými podorníčovými vrstvami.

Preukazný, i keď nie výrazný vplyv vápnenia (zvýšenie úrody za tri roky robilo 1,64 %) potvrdzuje význam tohoto opatrenia, a tým aj údaje niektorých autorov (Kundler et al., 1970; Nehring, Lüddecke, 1971; Rhykerd, Overdahl, 1972; Schulze et al., 1974; Klesnil a kol., 1978) a ďalších.

Nízke zvýšenie úrod zvýšenou úrovňou hnojenia fosforom a draslíkom, pri ktorej sme použili dvojnásobky dávok týchto živín pri základnej úrovni, je na prvý pohľad v protiklade s údajmi viacerých citovaných autorov o potrebe výdatného hnojenia lucerny fosforom a draslíkom (Kundler et al., 1970; Nehring, Lüddecke, 1971; Rhykerd, Overdahl, 1972; Dančík a kol., 1981). Pri zohľadnení skutočnosti, že už pri základnej úrovni hnojenia bola použitá dávka fosforu a draslíku, ktorá sa na pôde s daným obsahom prístupného fosforu a draslíku považuje za dostatočnú, nízky účinok zvýšenej dávky obidvoch poukazuje na vyčerpanie možností zvyšovať úrodu lucerny na danej pôde vyššími dávkami fosforu a draslíka.

Hnojenie dusíkom pred sejbou, i keď v prvom roku veku porastu zvýšilo úrodu najviac, na celkovej úrode za tri roky sa významne neprejavilo. Z hľadiska celkovej úrody za tri roky sa potvrdil názor (Kundler et al., 1970; Klesnil a kol., 1978 i ďalší), že toto opatrenie je neúčelné.

Nakoľko ani zvýšenými dávkami draslíka a fosforu ani inými skúšanými faktormi sa významnejšie nezvýšili úrody lucerny, možno vysloviť domnienku, že už úrody pri základnej úrovni hnojenia fosforom a draslíkom boli na danom mieste a v rokoch vykonania pokusov blízke k ekologickému stropu úrod, ako ho definoval Neuberger (1967).

## Literatúra

- BURDA, V. — POKORNÝ, V.I.: Vliv organického hnojení na některé agrochemické vlastnosti půd. Rostl. Výr., 26, 1980, č. 1, s. 103 — 111.
- CARRY, E. E. et al.: Relationship of tillage and fertilization to the yield of alfalfa on Freeman silt loam. Agron. J., 59, 1967, č. 1, s. 37 — 41.
- DANČÍK, J. a kol.: Lucerna — Agroekologické základy pestovania. 1. vyd. Bratislava, Príroda 1981, 137 s.
- GORA, A.: Einfluss der Tiefkalkung auf den Pflanzenenertrag zweier auf verschiedenen geologischen Substrat entwickelter azidischer Stangley-formen sowie ökonomische Betrachtungen zu diesem Meliorationsverfahren. Arch. Bodenfruchtbarkeit. Pfl.-Prod., 15, 1971, č. 2, s. 107 — 124.
- JAMBOR, P.: Pôdna kyslosť, jej úprava a metódy zúrodňovania kyslých pôd. Stud. Inform. ÚVTIZ, Pôdoznal., Melior., Výž. Rostl., 1980, č. 2, 60 s.
- KLESNIL, A. a kol.: Intenzivní výroba píce. 1. vyd. Praha, SZN 1978, 353 s.
- KUNDLER, P. et al.: Mineraldüngung. 1. vyd. Berlin, DL 1970, 446 s.
- NEHRING, K. — LÜDDECKE, F.: Ackerfutterpflanzen. 1. vyd. Berlin, DL 1971, 519 s.
- NEUBERG, J.: K otázkám zákonitostí výživy rostlin v období intenzifikace zemědělské výroby průmyslovými hnojivy. Rostl. Výr., 13, 1967, č. 1, s. 25 — 50.
- NYIRI, L.: Mechanikai és kémiai talajjavítás hatása gyökérfejlődésre. Növénytermelés, 16, 1967, č. 1, s. 25 — 26.
- RHYKERD, C. L. — OVERDAHL, C. J.: Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, G. H. (ed.): Alfalfa science and technology. ASA, Madison, USA, 1972, s. 437 — 468.
- SCHULZE, G. — VANSELOV, G. — HOFMANN, F. — MARTIN, B.: Untersuchungen zur Düngung der Luzerne. Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde, 18, 1974, č. 5, s. 365 — 373.
- SIPOS, S. — NAGY, J.: A lucernatermés növelésének lehetőségai réti agyagtalajokon. Növénytermelés, 30, 1981, č. 5, s. 425 — 435.
- SIPOS, S. — NAGY, J.: A lucernatermés minősége és az agrotechnikai eljárások-talajművelés, trágyázás, ontózes-közzötti összefüggések. Növénytermelés, 31, 1982, č. 1, s. 74 — 84.

Došlo dňa 3.7.1989

PRISTAŠ, J. (Research Institute of Crop Production, Piešťany): *The influence of some cultural practices on lucerne yields*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 873 – 879.

In field trials on the loamy degraded black soil on loess, lucerne was sown in the spring without cover crop. The incorporation of wheat straw in the soil had no effects on the lucerne dry-matter yield for three years. Deep loosening increased the lucerne yield by 0.765 t per ha for three years, but this effect was not statistically significant. Liming increased the yield by 0.684 t per ha for three years and higher levels of phosphorus and potassium fertilization increased it by 0.361 t per ha; both these increases were statistically significant. Nitrogen fertilization before sowing increased the yield in the year of sowing significantly (by 0.416 t per ha) but the three-year yield was not influenced.

lucerne; straw ploughing in; deep soil loosening; liming; phosphorus and potassium application rates; nitrogen fertilization before sowing

PRISTAŠ, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Piešťany): *Einfluß agrotechnischer Verfahren auf den Luzerneertrag*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 873 – 879.

In Feldversuchen auf degradierter lehmiger Schwarzerde auf Löss beeinflusste das Einpflügen von Weizenstroh vor der Aussaat von Luzerne ohne Deckfrucht im Frühjahr den Ertrag an Luzernetrockenmasse im Verlauf von drei Jahren nicht. Eine Tieflockerung des Bodens erhöhte den Luzerneertrag in den drei Jahren um  $0,765 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , was allerdings statistisch unsignifikant war. Eine Kalkung erhöhte den Ertrag in diesem Zeitraum um  $0,684 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  und eine erhöhte Phosphor- und Kaliumdüngung um  $0,361 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , wobei diese beiden Werte bereits die Signifikanzschwelle erreichen. Eine Stickstoffdüngung vor der Aussaat erhöhte im Jahr der Aussaat den Ertrag statistisch signifikant (um  $0,416 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), die Drei-Jahre-Summe der Erträge wurde dadurch jedoch nicht beeinflusst.

Luzerne; Einpflügen von Stroh; Tieflockerung des Bodens; Kalkung; Phosphor- und Kaliumdüngungsniveau; Stickstoffdüngung vor der Aussaat

---

Adresa autora:

Ing. Jozef P r i s t a š, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

---

## SEMENÁŘSTVÍ TRAV

B. Cagaš, J. Macháč, P. Šrámek, J. Foltá, V. Tvrz

Praha, SEVT (nákladem VŠÚP VST Rožnov se sídlem v Zubří), 1989, 150 s.

Po více než deseti letech od vydání publikace J. D e m e l a *Travní semenářství* vychází nyní z podnětu zemědělské praxe tematicky podobná kniha od kolektivu generačně mladších odborníků, nicméně zkušených a zanáčených pokračovatelů v rožnovské travinářské tradici. Kniha je moderně pojatá, v ucelené a přehledné formě přináší obsáhlé množství pečlivě vybraných užitečných informací, výzkumných poznatků i v praxi osvědčených postupů z poslední doby, s akcentem na jejich konkrétní využití na semenářských závodech.

V jednotlivých kapitolách jsou podány základní údaje a charakteristiky o současných československých povolených odrůdách a nadějných rozpracovaných mezirodových hybridech, dále jsou charakterizovány zásady agrotechniky pěstování trav na semeno, je pojednáno o speciálních požadavcích druhů, o ochraně proti hospodářsky závažným chorobám a škůdcům, o sklizni a posklizňové úpravě semen, o ekonomice travního semenářství.

Do textu je vhodně vřazeno 25 perokreseb a nákresů, 12 grafů, 65 zdařilých fotoreprodukcí a 30 tabulek. Kniha nese pečeť nejen vysoké odborné úrovně autorů, ale je přitažlivá i po formální stránce. Určitě se stane vyhledávanou příručkou pro zájemce i mimo okruh úzkých specialistů.

Ing. Václav M í k a, DrSc.

V. Krajčovič

KRAJČOVIČ, V. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica): *Hodnotenie a obhospodarovanie trvalých trávnych porastov v Karpatskej oblasti*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 881 – 888.

Klasifikáciu, produkčné hodnotenie a zatriedenie poloprirodných trávnych porastov sme urobili na základe dlhodobých výživárskych a ekologických výskumov. Ekologické faktory určujú najmä prírodný produkčný potenciál, kým rozhodujúcim intenzifikačným faktorom je hnojenie s dôrazom na dusík. V praxi však hrajú úlohu aj hospodársko-ekonomické premenné ako podiel trávnych porastov na poľnohospodárskej pôde, intenzita živočíšnej výroby, mechanizačná dostupnosť, transportná vzdialenosť od fariem, cenové relácie živočíšnych výrobkov a i. Na základe kritérií vytvorených z oboch skupín faktorov sme určili stupne intenzity obhospodarovania pasienkov a lúk (SI). Ich produkčná a kvalitatívna diferenciacia sa zosilňuje rôznou hladinou aplikovaných živín. Pasienky sa zatrieďujú do I. až III. SI a intenzívnych pasienkových hospodárstiev, lúky do III. až V. SI a intenzívnych dočasných trávnych porastov. Pre každý SI sa určil spôsob obhospodarovania, takže vznikol kompletný systém diferencovaného obhospodarovania trávnych porastov.

hodnotenie trávnych porastov; ekológia; prírodný produkčný potenciál (PPP); prírastky sušiny z hnojenia (PS); stupne intenzity

Existuje viacero prístupov k hodnoteniu a klasifikácii trávnych porastov. Z hľadiska botanického ich možno rozdeliť (Balátová - Tuláčková – cit. Rychnovská, 1985) do štyroch skupín: a) floristicko-cenologické (Braun - Blanquet, 1951 a i.); b) syngeneticko-floristické (Kropáčová, 1958; Ramenskij – cit. Larin et al., 1963); c) fyziognomicko-floristické (Regal, Veselá, 1975); d) ekologicko-floristické (Grebensčikov, 1953; Segeř et al., 1955). Kým prvé dve skupiny na základe detailných floristických snímok zatrieďujú fytoocenózy do syntaxonomických jednotiek podľa význačných či diferenčných druhov, resp. ekologických radov, druhé dve skupiny vychádzajú z dominánt a subdominánt či z vlastností prostredia, pričom zvyrazňujú produkčnú a utilizačnú funkciu trávnych porastov. Nestanovujú však zámernejšie systémy obhospodarovania. To platí aj pre ďalšie praktické triedenia, aké uvádza napr. Larin (1966) podľa klimatických zón a dĺžky pasienkového obdobia, Zürn (1966) podľa produkčných tried z južného Nemecka a Rakúska. Naproti tomu v NDR (Kreil et al., 1982) už rozpracúvajú podrobné postupy obhospodarovania pre trávne porasty v rôznych podmienkach.

Ekologické a fyziognomicko-floristické princípy sa využili pri inventarizácii a klasifikácii trvalých trávnych porastov v ČSFR (Očadlík, Krhouněk, 1973; Motýčka et al., 1975). Získaný materiál v Karpatskej oblasti (Motýčka et al., 1975), žiaľ, už v osemdesiatych rokoch stratil na aktuálnosti, pretože vtedy došlo k integrácii poľnohospodárskych podnikov, arondácii a zväčšovaniu honov. Značné zmeny nastali aj akciami neinvestičného zúrodnenia TTP v rozsahu cca 200 tis. ha, i keď často stereotypná realizačná dokumentácia a neodborná realizácia nepriniesli výsledky adekvátne vynaloženým nákladom. V dôsledku toho Inventarizáciu a klasifikáciu TTP v SSR treba pokladať za historický materiál.



Napriek tomu ešte v súčasnosti (B o d i a n et al., 1987) sú snahy vychádzať z jej výsledkov, čo považujeme za nenáležité najmä preto, že na základe nich sa doporučuje previesť 150 tis. ha v podhorských a horských oblastiach do lesnej pôdy. Neberie sa pri tom do úvahy ani uskutočnené sceľovanie plôch, vykonané rekultivácie ani mimoprodukčné funkcie trávnych porastov.

Inventarizačný materiál sme však spolu s radom teoretických prác (K l e č k a, F a b i a n, 1934; L i c h n e r et al., 1971; H a b o v š t i a k, T o m k a, 1972; R e g a l, V e s e l á, 1975; K r a j č o v i č, R e g a l, 1976; T o m k a et al., 1976) využili pre prvé spracovanie systémov obhospodarovania TTP (T o m k a, K r a j č o v i č — cit. J a n o v i c et al., 1984). Prehodnotenie výsledkov dlhodobých pokusov (T o m k a, 1976; K r a j č o v i č, 1987) nám umožnilo systémy obhospodarovania trávnych porastov inovovať.

## MATERIÁL A METÓDA

\* Základom pre nové hodnotenie trávnych porastov boli tri série pokusov:

Séria A — 46 stanovišť z rokov 1969 až 1974 (K r a j č o v i č, R e g a l, 1976), rozdelených podľa produkčných skupín prírodného produkčného potenciálu (PPP): A-1 s nízkym PPP; A-2 so stredným PPP; A-3 s vyšším PPP.

Séria B — päť stanovišť z rokov 1976 až 1987 (K r a j č o v i č et al., 1985), rozdelených podľa dĺžky trvania pokusov s troj- a päťkosným využitím: B-1 — dve stanovišťá (Gápel-svah, Suchý vrch) s dlhodobým sledovaním; B-2 — tri stanovišťá (Gápel-údolie, Liptovská Teplička a Štrba), sledované štyri roky.

Séria C — dlhodobé sledovania (L i c h n e r et al., 1971; H a b o v š t i a k, T o m k a, 1972), rozdelené na údolné a svahové: C-1 — údolné (Veľká Lúka, Pinciná, Chyzerovce) pri pomere N : P : K = 1 : 0,31 : 0,83; C-2 — údolné na tých istých lokalitách pri pomere N : P : K = 1 : 0,15 : 0,41; C-3 — svahové (Lubietová, Krivá na Orave) pri užšom pomere; C-4 — svahové na tých istých lokalitách pri širšom pomere.

Hodnotili sme jednak PPP a prírastky sušiny vplyvom hnojenia (PS) vo vzťahu k niektorým ekologickým faktorom:

- vplyv pôdneho typu (rendzina + kambizem rendzinová; luvizem + luvizem pseudoglejová + kambizem luvizemná; kambizem typická; kambizem pseudoglejová + kambizem kyslá; kambizem pseudoglejová kyslá + podzol kambizemný);
- vplyv príslušnosti do fytoecologických zväzov (*Alupecurion*, *Arrhenaterion*; *Trisetion*; *Cynosurion*; *Mesobromion*);
- vplyv nadmorskej výšky s teplotným regiónom (do 450 m n.m. teplý; 490 až 600 m n.m. mierne teplý; 480 až 510 m n.m. mierne chladný; 500 až 750 m n.m. mierne chladný; 800 až 900 m n.m. chladný región).
- vplyv živín s týmito variantami:  
Séria A: 0; 31,6 kg.ha<sup>-1</sup> P + 100,9 kg.ha<sup>-1</sup> K; 4 x 30 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK; 4 x 60 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK;  
Séria B: 0; 50 kg.ha<sup>-1</sup> N + 31,6 kg.ha<sup>-1</sup> P + 83 kg.ha<sup>-1</sup> K; 150 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK; 300 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK pri delení: trojkosné 3 x 50 N + 3 x 100 N; päťkosné 5 x 30 N + 5 x 60 N;  
Séria C: 0; 50 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK; 100 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK; 150 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK; 200 kg.ha<sup>-1</sup> N + PK pri dvoch pomeroch N : P : K = 1 : 0,31 : 0,83 a 1 : 0,15 : 0,41.

Prírastky sušiny sme podrobili výpočtom korelácií k ekologickým faktorom a výpočtom variability s cieľom vyjadriť istotu produkcie v priebehu rokov.

Z analýz výsledkov a empirických poznatkov z vplyvu hospodárskych a ochranárskych činiteľov sme poloprírodné trávne porasty roztriedili do stupňov intenzity (SI), pre ktoré sme stanovili spôsoby obhospodarovania.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Klasifikácia trávnych porastov podľa fytoecologických kritérií (B r a u n - B l a n q u e t, 1951; E l l e n b e r g, 1974 a i.) má teoretickú hodnotu a je pre praktické využitie príliš detailná. Popri tom vyjadruje hodnotu poloprírodného, či prírodného trávneho porastu s PPP, ktorý síce možno uplatniť pre stanovenie základnej produkčnej schopnosti (B a l á t o v á - T u l á č k o v á — cit. R y c h n o v s k á, 1985), no pre praktické ciele to nestačí. Našou snahou bolo charakterizovať aj možnosti intenzifikácie rôznych typov porastov a začleniť ich do menšieho počtu produkčných skupín tak, aby sme na konkrétnom hospodárstve, ale aj na väčšom územnom celku mohli kvantifikovať celkovú produkciu trávnych porastov a jej priemernú kvalitu, ako podklad pre rozvoj živočíšnej výroby, ale aj potreby materiálo-technického zabezpečenia.

Analýza výsledkov dlhodobých výskumov ukázala, že na poloprírodných trávnych porastoch rozhodujúcim faktorom pre intenzifikáciu je vklad živín so zvýraznením

|          | Stanovištia                  | PPP  | PS pri uvedených dávkach N (+ PK) [kg.ha <sup>-1</sup> ] |      |      |      |      |      |      |
|----------|------------------------------|------|----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|          |                              |      | 50                                                       | 100  | 120  | 150  | 200  | 240  | 300  |
| Pasienky | Séria A-1 t.ha <sup>-1</sup> | 1,3  | —                                                        | —    | 3,3  | —    | —    | 4,7  | —    |
|          | n = 14 v %                   | 23,6 | —                                                        | —    | 26,6 | —    | —    | 27,2 | —    |
|          | Séria A-2 t.ha <sup>-1</sup> | 2,4  | —                                                        | —    | 2,9  | —    | —    | 4,8  | —    |
|          | n = 14 v %                   | 12,0 | —                                                        | —    | 13,3 | —    | —    | 16,5 | —    |
|          | Séria A-3 t.ha <sup>-1</sup> | 3,8  | —                                                        | —    | 2,8  | —    | —    | 4,8  | —    |
|          | n = 16 v %                   | 15,9 | —                                                        | —    | 26,1 | —    | —    | 18,3 | —    |
|          | Séria B-1 t.ha <sup>-1</sup> | 2,0  | 1,7                                                      | —    | —    | 3,0  | —    | —    | 3,9  |
|          | n = 21 v %                   | 30,2 | 27,5                                                     | —    | —    | 23,9 | —    | —    | 23,5 |
|          | Séria B-2 t.ha <sup>-1</sup> | 2,6  | 1,5                                                      | —    | —    | 3,1  | —    | —    | 4,7  |
|          | n = 12 v %                   | 21,5 | 33,7                                                     | —    | —    | 26,4 | —    | —    | 27,3 |
| Lúky     | $\bar{x}$ t.ha <sup>-1</sup> | 2,4  | 1,6                                                      | —    | 3,0  | 3,0  | —    | 4,8  | 4,3  |
|          | v %                          | 20,2 | 30,3                                                     | —    | 22,4 | 26,3 | —    | 20,6 | 25,9 |
|          | Séria B-1 t.ha <sup>-1</sup> | 2,6  | 1,5                                                      | —    | —    | 3,3  | —    | —    | 3,9  |
|          | n = 21 v %                   | 31,2 | 37,8                                                     | —    | —    | 28,3 | —    | —    | 28,4 |
|          | Séria B-2 t.ha <sup>-1</sup> | 3,1  | 1,6                                                      | —    | —    | 3,6  | —    | —    | 4,9  |
|          | n = 12 v %                   | 24,2 | 44,4                                                     | —    | —    | 29,6 | —    | —    | 29,4 |
|          | Séria C-1 t.ha <sup>-1</sup> | 3,3  | 2,2                                                      | 3,5  | —    | 4,8  | 6,1  | —    | —    |
|          | n = 68 v %                   | 39,0 | 44,8                                                     | 36,3 | —    | 29,5 | 31,6 | —    | —    |
|          | Séria C-2 t.ha <sup>-1</sup> | 3,3  | 1,7                                                      | 2,9  | —    | 4,6  | 5,5  | —    | —    |
|          | n = 68 v %                   | 39,0 | 40,9                                                     | 37,6 | —    | 35,2 | 31,8 | —    | —    |
| Lúky     | Séria C-3 t.ha <sup>-1</sup> | 2,0  | 3,0                                                      | 4,0  | —    | 5,0  | 6,0  | —    | —    |
|          | n = 17 v %                   | 37,2 | 28,0                                                     | 18,9 | —    | 19,4 | 22,0 | —    | —    |
|          | Séria C-4 t.ha <sup>-1</sup> | 2,0  | 2,1                                                      | 3,5  | —    | 4,8  | 5,6  | —    | —    |
|          | n = 17 v %                   | 37,2 | 21,5                                                     | 23,3 | —    | 21,3 | 31,2 | —    | —    |
|          | $\bar{x}$ t.ha <sup>-1</sup> | 2,7  | 2,0                                                      | 3,4  | —    | 4,3  | 5,8  | —    | 4,4  |
|          | v %                          | 34,9 | 35,8                                                     | 29,4 | —    | 27,6 | 29,3 | —    | 29,2 |

dušika (Krajčovič et al., 1985; Krajčovič, 1987; Tomka, Krajčovič, 1987 a i.). Preto sme ich popri základných ekologických faktoroch použili ako hlavné kritérium pre diferenciaciu stupňov intenzity.

Ekologické rozdielnosti sa aplikáciou živín do určitej miery kompenzujú (Krajčovič, 1987). Vyjadrujú to prírastky sušiny z hnojív, ktoré dopĺňujeme súbornejším prehľadom v tab. I, vrátane variability hodnôt. Získané priemery môžu slúžiť na všeobecnejšie stanovovanie celkových úrod pre jednotlivé stupne intenzity hnojenia.

## II. Parametre systému diferencovaného obhospodarovania poloprirodných trávnych porastov — Parameters of the system of differentiated management of semi-natural grasslands

|          | SI  | Topografia                     |                         | Pôda                                                                             |               | Dávky živín (kg.ha <sup>-1</sup> ) č.ž. |                                                           |         |         | Úroda sena (t.ha <sup>-1</sup> ) |           |           | Obhospodarovanie a využitie                                                                                                                           | SNL g.kg <sup>-1</sup><br>ŠJ:<br>SNL<br>P g.kg <sup>-1</sup><br>K g.kg <sup>-1</sup><br>Ca g.kg <sup>-1</sup> |
|----------|-----|--------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|---------|----------------------------------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |     | nad-<br>morská<br>výška<br>(m) | svahov-<br>vitost'<br>° | vhodnejšie<br>subtypy<br>(MKSP –<br>ČSSR) <sup>1</sup>                           | hĺbka<br>(mm) | N                                       |                                                           | P       | K       | PPP                              | PS        | spolu     |                                                                                                                                                       |                                                                                                               |
|          |     |                                |                         |                                                                                  |               | cel-<br>kom                             | delenie                                                   |         |         |                                  |           |           |                                                                                                                                                       |                                                                                                               |
| Pásienky | I   | –                              | 20 – 35                 | LI, RM,<br>ČAc, SC,<br>KM <sup>a</sup> , KMg,<br>PZa, PZk,<br>PZg, LMp           | < 200         | 8 – 15                                  | štvorná-<br>sobok na 25<br>% plochy                       | 4 – 7   | –       | 0,5 – 1,3                        | 0,6 – 1,2 | 1,3 – 2,5 | košarovanie, voľné pasenie,<br>100 %, povrchová rekultivácia<br>na 20 % plochy<br>Z = 0,5 – 1,0 DJ                                                    | 80 – 99<br>0,52<br>5,2 – 6,5<br>2,5 – 3,5<br>17 – 19<br>4,0 – 9,0                                             |
|          | II  | < 1300 – 1400                  | < 22                    | RM <sup>c</sup> , PRg,<br>KM <sup>a</sup> , KMg,<br>PZk, PZg,<br>RA, RAk,<br>LMg | 150 – 250     | 50 – 65                                 | 1 x na jar +<br>po 1. spasení                             | 20 – 30 | 20 – 25 | 1,4 – 1,8                        | 1,2 – 1,7 | 2,6 – 3,5 | košarovanie, voľné a honové<br>pasenie, 2 – 3 x periodické<br>kosenie dostupných častí ZŤS,<br>povrchová rekultivácia 25 %<br>plochy Z = 1,0 – 1,5 DJ | 90 – 100<br>0,49<br>4,9 – 5,4<br>3,0 – 4,5<br>19 – 27<br>3,5 – 7,0                                            |
|          | III | < 1000                         | 12 – 20                 | KM, KMg,<br>KMd, RA,<br>RAk, PR,<br>LMg, KMI                                     | 200 – 300     | 75 – 100                                | 2 x na jar +<br>po 1. spasení<br>či po 1. a 3.<br>spasení | 26 – 32 | 30 – 40 | 1,5 – 2,2                        | 2,0 – 3,0 | 3,5 – 4,5 | honové, kontinuálne, rotačné<br>pasenie 80 %, 3 – 5 x, kosenie<br>20 % na ZSi či Se v 1. kosbe<br>ZŤS či Horal Z = 1,5 – 1,8 DJ                       | 110 – 120<br>0,49<br>4,0 – 4,4<br>2,8 – 4,0<br>18 – 25<br>3,2 – 6,0                                           |
|          | IPH | < 800                          | < 18                    | KM, KM <sup>d</sup> ,<br>PZk, RA,<br>RAk, OM,<br>LM, LMG,<br>KMI                 | > 300         | 200 – 240                               | 4 – 5 x<br>k spásacím<br>cyklom                           | 53      | 66      | 1,5 – 3,5                        | 4,0 – 5,0 | 6,5 – 8,5 | rotačné pasenie 4 – 6 x 70 %<br>kosenie 30 % na ZSi, v 1. kosbe<br>ZŤS + Horal<br>Z = 2,6 – 3,4 DJ                                                    | 115 – 125<br>0,50<br>4,0 – 4,3<br>3,0 – 4,0<br>18 – 25<br>3,5 – 9,0                                           |

|      |       |        |      |                                                                  |           |           |                                                   |         |          |           |           |            |                                                                                                                       |                                                                            |
|------|-------|--------|------|------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------------------|---------|----------|-----------|-----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Lúky | III   | < 1000 | < 20 | KM, KMg, KMd, RA, LM, LMg, PGp, LM <sup>a</sup> , OM             | 200 – 300 | 75 – 100  | 1 – 2 x na jar či 40 + 35 60 + 40                 | 26 – 32 | 60 – 72  | 1,5 – 2,5 | 2,3 – 3,2 | 3,7 – 4,8  | využitie 2 – 3 x, kosenie 87 %, 1. kosba ZSi či Se (2. kosba Se) ZĽS alebo Horal spásanie mláďzí 13 % voľné či honové | 70 – 80<br>0,41 – 0,45<br>5,5 – 5,8<br>2,2 – 2,3<br>16 – 18<br>5,0 – 11,0  |
|      | IV    | < 850  | < 20 | KM, KMd, KMi, RA, LM, PCs, OM, FM <sup>c</sup> , GL <sup>c</sup> | 250 – 350 | 120 – 150 | 2 – 3 x 60 + 60 75 + 75 40 + 40 + 40 60 + 45 + 45 | 36 – 40 | 78 – 90  | 1,5 – 2,8 | 3,0 – 4,5 | 4,5 – 6,3  | využitie 3 x kosenie 90 % 1. kosba ZSi, 2. kosba Se Horal, Agrozet, ZĽS dopásanie 10 % honové či el. oplotky          | 90 – 100<br>0,41 – 0,48<br>4,5 – 4,8<br>2,8 – 4,2<br>18 – 20<br>4,5 – 9,0  |
|      | V     | < 750  | < 18 | FM, FM <sup>c</sup> , OM, LM, LMg, GL, KM, RA, ČA <sup>c</sup>   | 250 – 350 | 200 – 240 | 3 x 100 + 50 + 50 80 + 80 + 80 120 + 60 + 60      | 42 – 46 | 91 – 100 | 2,0 – 3,0 | 4,2 – 5,8 | 6,5 – 8,0  | využitie 3 – 4 x kosenie 92 % 1. kosba ZSi, 2. kosba Se Horal, Agrozet, dopásanie 8 % honové či el. oplotky           | 100 – 115<br>0,44 – 0,50<br>4,3 – 4,4<br>2,6 – 4,0<br>17 – 19<br>4,0 – 6,0 |
|      | ID TP | < 750  | < 15 | KM, KMD, KMg, RA, LM, FM <sup>c</sup> , KMi, FM                  | > 300     | 150 – 170 | 1r. 1 x 50 2r. 2 x 75 3r. 3 x 80 (4r. 3 x 80)     | 53      | 99       | –         | –         | 8,0 – 10,0 | využitie 3 – 4 x kosenie 94 % 1. kosba ZSi + 2. Kosba Se = (3. kosba ZSi), Horal, Agrozet, dopásanie 6 % honové       | 100 – 110<br>0,50 – 0,51<br>4,6 – 5,0<br>2,7 – 4,0<br>18 – 20<br>4,0 – 9,0 |

SI – stupeň intenzity; <sup>1</sup> pôdne subtypy podľa H r a š k o a kol. (1987); PPP – prírodný produkčný potenciál; PS – prírastok sušiny z hnojenia; Z – začaženie zvierat na 1 ha pasienka; ZSi – zavádzaná siláž (28 – 38 % sušiny); Se – seno; Agrozet – rezačková sústava strojov na zber; ZĽS – sústava strojov pre podhorské a horské oblasti (dostupnosť 22 – 30°); Horal – sústava strojov s dostupnosťou 18°

Keď sme však prírastky sušiny vplyvom hnojenia podrobili hlbšej analýze podľa ekologických faktorov (Krajčovič, 1987), ukázali sa niektoré signifikantné odchýlky od globálnych, vcelku vyrovnaných priemerov:

- vyššie prírastky na porastoch zväzu *Alopecurion*, nižšie na porastoch zväzu *Mesobromion*;
- vyššie prírastky na rendzine a kambizemi rendzinovej, naproti tomu nižšie na kambizemi kyslej, pseudoglejovej kyslej a podzole kambizemnom;
- vyššie prírastky na polohách 480 až 775 m n.m. v mierne chladnom regióne, nižšie v polohách 800 až 900 m n.m. v chladnom regióne.

To znamená, že priemernú hodnotu hektárovej úrody trávneho porastu možno určiť z PPP toho ktorého pasienkového, či lúčneho porastu a prírastku sušiny vplyvom tej ktorej dávky živín (PS) všeobecne, či špecificky podľa ekologických podmienok s príslušnou variabilitou hodnôt podľa formuly:

$$Y_N = PPP + PS \pm v \%$$

Pri tom možno globálne povedať, že PPP je funkciou stanovišťa (Klečko, Fabian, 1934), PS funkciou dávky dusíka. Pomôckou pre určenie PPP môžu byť údaje o produkčných parametroch vyšších fytoecologických jednotiek (Balátová-Tuláčková — cit. Rychnovská, 1985), resp. hlavných lúčnych typov (Regal, Veselá, 1975).

Naša pôvodná klasifikácia (1975) nerozlišovala kultúry lúk a pasienkov, ale ich spájala pod jeden pojem trvalých trávnych porastov, čo vychádzalo z výskumných poznatkov o potrebe striedavého využívania plôch. S ohľadom na štatistické tradície sme sa museli v rámci inovácie systému obhospodarovania vrátiť k osobitnému hodnoteniu lúk a pasienkov.

Produkčné parametre, získané citovanými dlhodobými pokusmi, ktoré sme využili v prvých modeloch (pre Stredoslovenský a Východoslovenský kraj) sa pri konfrontácii s výsledkami v praxi ukázali príliš vysoké. Diferencie sa pohybovali v rozpätí 25 až 50 % (Krajčovič, Šimko, 1988). To nás upozornilo na skutočnosť, že popri ekologických faktoroch zákonite pôsobia aj ďalšie činitele, vyplývajúce z hospodárskych a v poslednom období aj ochranných obmedzení. Ide najmä o tieto:

- podiel TTP na poľnohospodárskej pôde a z neho vyplývajúca miera záujmu o obhospodarovanie;
- celkové zameranie poľnohospodárskej výroby, najmä vo vzťahu k intenzite živočíšnej výroby u prežúvavcov;
- mechanizačná prístupnosť a dopravná vzdialenosť jednotlivých honov od fariem;
- vybavenie zberovou mechanizáciou a stavbami pre živočíšnu výrobu;
- pracovné sily a ich veková štruktúra;
- cenové relácie pre živočíšne produkty, získavané z TTP;
- národohospodárske tendencie, najmä pre podhorské a horské oblasti vo výžive ľudu a v rekreačných aktivitách;
- rozsah obmedzení, vyplývajúcich z potreby ochrany čistoty vôd, ochrany prírody a životného prostredia.

Preto sme v hlavných kritériách triedenia trávnych porastov do stupňov intenzity (Tomka, Krajčovič — cit. Janovic, 1984) už v pôvodných systémoch obhospodarovania TTP zaradili popri ekologických faktoroch aj faktory hospodárske a ochranné, i keď viac-menej empiricky. Tým sme potenciálne produkčné možnosti priblížili viac k reálnym.

Počet stupňov intenzity vychádzal z efektov rôznych dávok živín v rozsahu zodpovedajúcom reálnym možnostiam a ekonomickej efektívnosti obhospodarovania:



- pasienky: I. SI – extenzívne; II. SI – polointenzívne; III. SI – polointenzívne a bez označenia SI intenzívne pasienkové hospodárstva;
- lúky: III. SI – polointenzívne; IV. SI intenzívne; V. SI – vysoko intenzívne a bez označenia SI intenzívne dočasné trávne porasty (v rámci poloprírodných trávnych porastov), periodicky obnovované.

Produkčné charakteristiky adekvátne predpokladaným dávkam živín vo výskume sme modifikovali pre prax tak, že hodnoty sa rozumejú v sene (teda s 15% redukciami). Pre každý SI sme ďalej stanovili kvalitatívne, utilizačné a mimoprodukčné charakteristiky, spôsoby obhospodarovania trávnych porastov, vhodné typy ošetrovacích a zberových mechanizmov a iných materiálnych potrieb. Tak vznikol komplexný systém diferencovaného obhospodarovania trávnych porastov (SDO – TTP), ktorý sa môže uplatňovať, najmä na poloprírodných trávnych porastoch podhorských a horských oblastí.

Hlavné charakteristiky SDO – TTP sú uvedené v tab. II. V konkrétnych podmienkach ich možno spresňovať podľa detailných fytoecologických snímok, delenia dusíka, ale aj fosforu a draslíka v jednotlivých využitíach, usmernenia termínov začiatku pasenia, či zberu, najmä v prvom využití, podľa koncentrácie živín v pôde aj v poraste a postupných floristických zmien v priebehu rokov.

## Literatúra

- BALÁTOVÁ – TULÁČKOVÁ, E.: Travná spoločenstva v Československu. In: RYCHNOVSKÁ, M. a kol.: Ekologie lučních porostů. Praha, Academia 1985, s. 14 – 95.
- BODIAN, J. a kol.: Všeobecné problémy rozvoja PPOK do r. 2000. [Výskumná správa.] Bratislava, VÚEPP 1987, 75 s.
- BRAUN-BLANQUET, J.: Pflanzensoziologie. 2. vyd., Wien, 1951, 631 s.
- ELLENBERG, H.: Zeigewerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scr. Geobot. 1974, 97 s.
- GREBENŠČIKOV, O.: Predbežný geobotanicko-hospodársky prehľad lúk a pasienkov na Slovensku. Biológia, 1953, č. 8, s. 263 – 286.
- HABOVŠTIK, J. – TOMKA, O.: Vplyv desaťročného pôsobenia vyšších dávok živín na produkčné zmeny prirodzeného trávneho porastu. Rostl. Výr., 18, 1972, č. 2, s. 143 – 152.
- HRAŠKO, I. a kol.: Morfogenetický klasifikačný systém pôd. Bratislava, 1987.
- KLECKA, A. – FABIAN, J.: Vědecké základy lučního a pastevního pokusnictví. Sbor. Výzk. Úst. zeměd., 1934, sv. 117.
- KRAJČOVIČ, V. – REGAL, V.: Biológia a ekológia trávnych porastov. [Syntetická výskumná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1976, 72 s.
- KRAJČOVIČ, V. a kol.: Štúdium štruktúry, funkcií a možnosti zachovania stability travinných ekosystémov pri intenzívnom obhospodarovaní a využívaní. [Syntetická výskumná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1985, 195 s.
- KRAJČOVIČ, V. (ed.): Teória a prax v odvetví lúkárstva, pasienkárstva a trávnych porastov. In: Zbor. Konf. ČSVTS, Banská Bystrica, 1987, 355 s.
- KRAJČOVIČ, V. – ŠIMKO, P.: Tvorba noratívov za trvalé trávne porasty ČSSR. [Výskumná správa.] Banská Bystrica, VCPU-ÚLP 1988, 63 s.
- KREIL, W. a kol.: Futterpflanzenbau. Band 1. Grasland, Berlin, DLWV 1982, 152 s.
- KROPÁČOVÁ, A.: Ekologické faktory v typologii jiohoslovenských luk a pastvin. In: HOLUBIČKOVÁ, B. – KROPÁČOVÁ, A.: Vegetační poměry okresu Stúrovo. Bratislava, 1958, s. 185 – 345.
- LARIN, J. V. a kol.: Prirodnyje senokosy i pastbišča. Moskva, ICL 1963, 548 s.
- LARIN, J. V.: The peculiarities of pasture utilization in the different climatic zones of the USSR. Proc. Xth int. Grassl. Congr. Helsinki, 1966, s. 823 – 828.
- LIČNER, S. a kol.: Výskum stupňujúcich sa dávok živín na úrody lúčneho porastu. [Výskumná správa.] Nitra, VŠP 1971, 76 s.
- MOTYČKA, Š. a kol.: Inventarizácia a klasifikácia trvalých trávnych porastov (IK – TTP). [Syntetická výskumná správa.] Bratislava, ÚVSH 1975.
- OCADLÍK, J. – KRHOONEK, S.: Inventarizace a klasifikace trvalých travních porostů (IK-TTP). [Syntetická výskumná zpráva.] Praha, ÚVSH 1973, s. 44.
- SEGETA, K. a kol.: Inventarizace luk a pastvin v Československu. In: Věd. práce Výzk. Úst. Krmiv. Brno, ČSAZ 1955, č. 3, s. 33 – 46.
- REGAL, V. – VESELÁ, M.: Výzkum typologie luk a pastvin. [Výskumná zpráva.] Praha, VŠZ 1975, 105 s.
- TOMKA, O. a kol.: Výskum produkčných rezerv lúk a pasienkov. [Syntetická výskumná správa.] Banská Bystrica, VÚLP 1976, 72 s.
- TOMKA, O. – KRAJČOVIČ, V.: Trvalé trávne porasty. In: JANOVIČ, J. a kol.: Biotechnologické systémy rastlinnej výroby. Bratislava, Príroda 1984, s. 126 – 143.



KRAJČOVIČ, V. (Grassland Research Institute, Banská Bystrica): *Contribution of the system of grassland evaluation and management in the Carpathian Region*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 881 – 888.

Classification and production evaluation of semi-natural grasslands were performed on the basis of long-term fertilization and ecological trials. Ecological factors underlie mainly the natural production potential, whereas the principal factor of intensification is fertilization, with emphasis on nitrogen. In practice, economic variables also play a role, e.g. the proportion of grassland out of utilized agricultural land, intensity of livestock production, accessibility for machinery, price relationships for the animal products etc. On the basis of criteria derived from both groups of factors, the intensity degree of management of pastures and meadows is defined. Their production and quality differentiation is enhanced by different levels of nutrients applied. The pastures were classified as grasslands of intensity degrees I to III (and intensive pasture farms) and the meadows were classified as grasslands of intensity degrees III to V (and intensive temporary grassland). For every intensity degree the ways of management were determined, so that a complex system of differential grassland management (SDGM) was produced.

evaluation of grasslands; ecology; natural production potential (PPP); increase of dry matter by fertilization (PS); intensity degree

KRAJČOVIČ, V. (Forschungsinstitut für Wiesen und Weiden, Banská Bystrica): *Bewertung und Bewirtschaftung von Dauergrünlandflächen im Karpatengebiet*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 881 – 888.

Die Klassifikation, Produktionsbewertung und Einordnung der Dauergrünlandflächen nahmen wir aufgrund langfristiger Bodenernährungs- und ökologischer Forschungen vor. Das natürliche Produktionspotential ist vorwiegend durch ökologische Faktoren determiniert, während den ausschlaggebenden Intensivierungsfaktor die Düngung mit Nachdruck auf Stickstoff darstellt. In der Praxis allerdings spielen eine bestimmte Rolle auch die betriebs-ökonomischen Variablen, wie z.B. der Anteil des Grünlands an der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die Intensität der Tierproduktion, die Verfügbarkeit der Mechanisation, die Transportentfernungen zwischen den Farmen, Preisrelationen der Tierprodukte u.a.m. Anhand der auf der Basis der beiden Faktorengruppen gebildeten Kriterien bestimmten wir Intensitätsstufen (IS) der Weiden- und Wiesenbewirtschaftung. Ihre produktive und qualitative Differenzierung wird durch ein unterschiedliches Niveau der applizierten Nährstoffe verstärkt. Weiden werden in die I. bis III. IS und intensive Weidewirtschaften, Wiesen in die III. bis V. IS und intensives Wechselgrünland eingereiht. Für jede IS wurde ein spezielles Verfahren bestimmt, so daß ein Komplexsystem einer differenzierten Bewirtschaftung des Grünlands entstanden ist.

Bewertung von Grünland; Ökologie; natürliches Produktionspotential (PPP); Trockensubstanzzuwachs durch Düngung (PS); Intensitätsstufen

---

Adresa autora:

Prof. ing. Vladimír Krajčovič, Výskumný ústav lúk a pasienkov, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica

---

P. Jamriška

JAMRIŠKA, P. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany): Účinok organizácie porastu na úrodu láskavca (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 889 – 896.

V poľných pokusoch sme v rokoch 1986 až 1988 skúšali vplyv dvoch výsevkov (200 a 400 tis.ha<sup>-1</sup> kľúčových semien) a dvoch medziriadkových vzdialeností (375 a 750 mm) na úrodu semena a krmu láskavca *Amaranthus hypochondriacus* L., odroda 1008. Úrody semena kolísali od 1,47 do 3,86 t.ha<sup>-1</sup>, ovplyvňovali ich poveternostné podmienky a medziriadková vzdialenosť. Medziriadková vzdialenosť 375 mm bola výhodnejšia. Úrody krmu dosahovali v priemere 7,16 až 9,79 t.ha<sup>-1</sup> sušiny. Okrem ročníka pôsobila tu významne interakcia skúšaných faktorov. Najvyššia úroda bola pri výsevku 400 tis.ha<sup>-1</sup> a 375 mm medziriadkovej vzdialenosti. V sušine semien bolo v priemere 6,40 až 9,23 % tukov, 17,86 až 20,48 % NL a 67,39 až 69,63 % BNLV, v sušine krmu 2,59 až 4,00 % tukov, 11,11 až 13,15 % NL, 36,85 až 40,77 % BNLV a 24,74 až 27,42 % vlákniny. Sušina kvetenstva po vymlátení obsahovala 2,22 až 3,60 % tukov, 13,41 až 14,96 % NL, 39,33 až 43,23 % BNLV a 23,50 až 26,31 % vlákniny.

*Amaranthus hypochondriacus* L.; výsevok; medziriadková vzdialenosť; úrody semena a sušiny krmu; chemické zloženie semena a krmu

Rod *Amaranthus* zahrňuje okolo 60 druhov. Aj táto rozmanitosť zrejme prispela k tomu, že láskavec je predmetom záujmu človeka od pradávna. Skultúrne formy tejto plodiny tvorili významnú zložku v potrave Aztékov a Inkov. Homérovi súčasníci zase využívali listnaté formy láskavca v oblasti Stredozemného mora ako šalátovú zeleninu (K o l e k t í v, 1984b). Úpadok kultúry Aztékov a Inkov spôsobený španielskou kolonizáciou však na dlhý čas zatlačil záujem o *Amaranthus* do pozadia. V minulom storočí získal však veľkú obľubu v drsných horských podmienkach Indie, Nepálu, Tibetu a Číny. V severozápadnej Indii nazývajú láskavec dodnes semenom zoslaným bohom alebo kráľovským semenom.

K znovuoobjaveniu láskavca prispela najmä vysoká nutričná hodnota jeho semien, veľká adaptabilita a pomerne malá náročnosť na pestovateľské podmienky. Široké možnosti využitia semien (potravinársky priemysel, farmakológia, kozmetika) inšpirovali k rozsiahlemu výskumu tejto plodiny, ktorý začal v roku 1977 v Rodale v USA (K a u f f m a n et al., 1983; K o l e k t í v, 1984a, b).

Pestovanie láskavca bolo overované aj v susedných krajinách (N a n e v a, 1985; L a z a n y i et al., 1988). S prihliadnutím na uvedené skutočnosti a poznatky sme sa rozhodli v našich podmienkach okrem druhovej, poprípadne odrodovej problematiky láskavca venovať pozornosť organizácii porastu výsevku a šírke medziriadkov.

## MATERIÁL A METÓDA

Poľné pokusy sme zakladali v rokoch 1986 a 1988 v kukuričnej výrobnnej oblasti na hlinitej degradovanej čierozemi so slabou kyslou pôdnou reakciou 170 m n.m. v Borovciach pri Piešťanoch. Dlhodobý priemer teplôt pokusného stanovišťa predstavuje 9,21 °C za rok a 15,73 °C za vegetačné obdobie, priemery ovzduš-

| Odroda                         | Úroda ( $t \cdot ha^{-1}$ ) | Výška porastu (m) |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <i>A. hypochondriacus</i> 1008 | 3,46                        | 1,54              |
| <i>A. hypochondriacus</i> 1024 | 2,19                        | 1,46              |
| <i>A. cruentus</i> K 112       | 2,41                        | 1,33              |
| <i>A. cruentus</i> 1011        | 1,53                        | 1,71              |
| Priemer                        | 2,40                        | 1,51              |
| <i>Hd</i> - <i>p</i> - 0,05    | 0,60                        | 0,31              |

ných zrážok v rovnakých obdobiach predstavujú 625 a 352 mm. Predplodinou bola ozimná pšenica, hnojenie bolo jednotné  $N_{40}P_{30}K_{100}$ .

Osivo láskavca sme dostali v roku 1986 z Ústavu biotechnológie SVŠT, ktoré pochádzalo z Rodale Research Center (USA). Išlo o veľmi malé množstvá štyroch odrôd:

1. *Amaranthus hypochondriacus*, odroda č. 1008, získaná výberom z Nepálskych foriem, charakterizovaná ako najranejšia zo skúšaných zrnových typov v Rodale, vyznačujúca sa slabým vetvením, bielym semenom s najvyššou pekárenskou kvalitou;
2. *Amaranthus hypochondriacus*, odroda č. 1024, zrnový typ v Rodale neskoršia, semená sústredné pri vrchole kvetenstva rastlín, farba semien zlatožltá, vyznačujúce sa dobrou chuťou, vhodná pre juhozápad USA, nevhodná pre severnejšie oblasti;
3. *Amaranthus cruentus*, odroda č. K 112, získaná krížením mexických bielosemenných zrnových typov s africkými čiernosemennými zrnovými typmi, raná odroda, kríkovitého vzrastu, zdá sa, že je rezistentná proti škodcom (*Lygus*);
4. *Amaranthus cruentus*, odroda č. 1011, typický predstaviteľ mexických zrnových typov, biele semená, vhodná na pekárenské využitie a pukance, semená biele, v hustejšom poraste má menej vetiev.

V roku 1986 sme vysiali všetky štyri odrody znáhodnené v štyroch opakovaniach, veľkosť parcelky bola  $7 \times 1,5 = 10,5 \text{ m}^2$ , vzdialenosť medzi riadkami 750 mm, výsevok  $400 \text{ tis. ha}^{-1}$  klíčivých semien. V ďalších rokoch tento pokus nebol opakovaný. Opakovane (1986 až 1988) sme vysievali len odrodu *A. hypochondriacus* č. 1008, pri dvoch výsevkoch  $200$  a  $400 \text{ tis. ha}^{-1}$  klíčivých semien a dvoch medziriadkových vzdialenostiach  $375$  a  $750 \text{ mm}$ , pričom boli zakladané vždy dva pokusy na semená a na krm, varianty randomizované v štyroch opakovaniach, veľkosť parcelky bola  $7 \times 1,5 = 10,5 \text{ m}^2$ ; výsev sa uskutočnil maloparcelkovou sejačkou OYORD v prvej dekáde (6. až 10.) mája, ručný zber na semená 7. až 18. októbra, zber na krm 7. až 24. augusta.

Pred zberom boli odoberané vzorky na stanovenie sušiny, botanický a chemický rozbor. Okrem úrod semena a krmu sme zisťovali obsah tukov, NL, BNLV v semenách a obsah tukov, NL, BNLV a vlákniny v sušine krmu.

## VÝSLEDKY

Najvyššiu úrodu zo skúšaných odrôd poskytla a najskôr dozrievala *A. hypochondriacus* č. 1008 (tab. I), najnižšiu naopak *A. cruentus* č. 1011. Medzi ostatnými nebol rozdiel. Odroda *A. cruentus* č. 1011 okrem najnižšej úrody veľmi zle a neskoro dozrievala (až začiatkom novembra). S prihliadnutím na tieto výsledky, dispozíciu osiva a zahraničné poznatky sme v ďalších rokoch používali len odrodu *A. hypochondriacus* č. 1008.

Pri skúmaní účinku organizácie porastu na úrodu semena (tab. II) mal najvýraznejší vplyv ročník. V roku 1986 bola úroda o 67 % vyššia ako v ostatných rokoch. Aj vplyv medziriadkovej vzdialenosti dosiahol štatistickú významnosť. V poraste s medzi-

II. Vplyv výsevu a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu semena (odroda 1008) — The influence of sowing rate and row-spacing on the seed yield (1008 variety)

| Výsevk<br>tisíce<br>klíčivých<br>semien.ha <sup>-1</sup> | Rok     | Medziriadková vzdialenosť      |                         |                                |                         |                                |                         |
|----------------------------------------------------------|---------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                                                          |         | 0,375 m                        |                         | 0,75 m                         |                         | priemer                        |                         |
|                                                          |         | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) |
| 200                                                      | 1986    | 3,86                           | 1,49                    | 3,27                           | 1,35                    | 3,54                           | 1,42                    |
|                                                          | 1987    | 1,99                           | 1,21                    | 1,47                           | 1,24                    | 1,73                           | 1,22                    |
|                                                          | 1988    | 1,80                           | 1,17                    | 1,75                           | 1,14                    | 1,78                           | 1,16                    |
|                                                          | priemer | 2,55                           | 1,34                    | 2,16                           | 1,27                    | 2,35                           | 1,27                    |
| 400                                                      | 1986    | 3,22                           | 1,21                    | 2,95                           | 1,21                    | 3,11                           | 1,21                    |
|                                                          | 1987    | 2,79                           | 1,21                    | 1,71                           | 1,22                    | 2,25                           | 1,21                    |
|                                                          | 1988    | 2,33                           | 1,14                    | 2,06                           | 1,20                    | 2,20                           | 1,17                    |
|                                                          | priemer | 2,78                           | 1,19                    | 2,25                           | 1,21                    | 2,52                           | 1,19                    |
| Priemer                                                  |         | 2,66                           | 1,26                    | 2,21                           | 1,24                    | 2,44                           | 1,25                    |

Hd — (úroda) — p — 0,05; roky = 0,43; medziriadky = 0,29; výsevk = nepreukazné; interakcie = nepreukazné

III. Vplyv výsevu a medziriadkovej vzdialenosti na úrodu sušiny krmu (priemer z rokov 1986 a 1988) — The influence of sowing rate and row-spacing on herbage dry matter (average for 1986 — 1988)

| Výsevk<br>tisíce<br>klíčivých<br>semien.ha <sup>-1</sup> | Medziriadková vzdialenosť      |                         |                                |                         |                                |                         |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|                                                          | 0,375 m                        |                         | 0,75 m                         |                         | priemer                        |                         |
|                                                          | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) | úroda<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | výška<br>porastu<br>(m) |
| 200                                                      | 7,16                           | 1,24                    | 8,73                           | 1,20                    | 7,94                           | 1,22                    |
| 400                                                      | 9,79                           | 1,13                    | 8,33                           | 1,14                    | 9,06                           | 1,14                    |
| Priemer                                                  | 8,47                           | 1,19                    | 8,53                           | 1,18                    | 8,50                           | 1,18                    |

Hd — (úroda) — p — 0,05; výsevk, medziriadky = nepreukazné; interakcia = 2,23

riadkovou vzdialenosťou 375 mm bola preukazne vyššia úroda. Skúšané výsevky naproti tomu nespôsobili rozdiely v úrodách. Bez účinku ostala aj interakcia týchto faktorov. Na výške porastu je na rozdiel od úrody semena vidieť zreteľnejšiu tendenciu účinku výsevu než medziriadkov.

IV. Vplyv výsevu a medziriadkovej vzdialenosti na niektoré ukazovatele chemického zloženia semena v percentách sušiny — The influence of sowing rate and row-spacing on some parameters of chemical composition of seed (percent of dry matter)

| Výsevok tisíce klíčivých semien.ha <sup>-1</sup> | Ukazovateľ             | Medziriadková vzdialenosť |        |         |
|--------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------|---------|
|                                                  |                        | 0,375 m                   | 0,75 m | priemer |
| 200                                              | tuky                   | 8,81                      | 8,24   | 8,56    |
|                                                  | dušikaté látky celkové | 20,48                     | 19,95  | 20,24   |
|                                                  | BNLV                   | 67,39                     | 67,81  | 67,57   |
| 400                                              | tuky                   | 9,23                      | 6,40   | 8,09    |
|                                                  | dušikaté látky celkové | 17,86                     | 19,77  | 18,63   |
|                                                  | BNLV                   | 69,28                     | 69,63  | 69,42   |
| Priemer                                          | tuky                   | 9,05                      | 7,28   | 8,31    |
|                                                  | dušikaté látky celkové | 19,04                     | 19,85  | 19,38   |
|                                                  | BNLV                   | 68,44                     | 68,76  | 68,57   |

Hd — p — 0,05 tuky: výsevok = 0,38; medziriadky = 0,38; interakcia výsevok x medziriadky = 0,99; NL a BNLV — nepreukazné

Na úrode sušiny krmu (tab. III) se neprejavil vplyv skúmaných faktorov. Tendencia účinku výsevu však bola jednoznačne zreteľnejšia. Významným tu bol vzájomný účinok výsevu a šírky medzi riadkami. Výsevok 400 tis.ha<sup>-1</sup> klíčivých semien spôsobil preukazné zvýšenie úrody v užších medziriadkoch. Medziriadková vzdialenosť mala tendenciu opačného účinku na úrovni výsevu 200 tis. ako na úrovni 400 tis.ha<sup>-1</sup> klíčivých semien. Výška porastu obdobne ako v predchádzajúcom pokuse reagovala viac na výsevok než na šírku medziriadkov.

Z vybraných ukazovateľov chemického zloženia semena (tab. IV) bol organizáciou porastu preukazne ovplyvnený len obsah tukov. Porasty s užšími medziriadkami mali vyšší obsah ako porasty so širšími medziriadkami. Vyšší výsevok spôsobil v priemere zníženie obsahu tukov. Vo významnej interakcii oboch faktorov na úrovni vyššieho výsevu spôsobilo zúženie medziriadkov preukazný prírastok v obsahu tukov. V širších medziriadkoch zas vyšší výsevok vyvolal zníženie obsahu tukov. Pôsobenie výsevu malo teda opačný účinok v širších ako v užších medziriadkoch.

Účinok organizácie porastu nedosiahol úroveň štatistickej významnosti v pôsobení na vybrané ukazovatele chemického zloženia krmu (tab. V). Napriek tomu stojí za povšimnutie, že porasty s väčšou medziriadkovou vzdialenosťou mali vyššie hodnoty obsahu tukov, dusíkatých látok i BNLV a nižší obsah vlákniny.

Na vybrané ukazovatele chemického zloženia súkvetia, ktoré ostalo po vylátení semena, tiež nepôsobila organizácia porastu (tab. VI). Avšak aj pri konštatovanej bezvýznamnosti je pozoruhodnou zreteľnejšia tendencia účinku výsevu na obsah tukov a medziriadkov na obsah dusíkatých látok.

V. Vplyv výsevu a medziriadkovej vzdialenosti na vybrané ukazovatele chemického zloženia krmu v percentách sušiny — The influence of sowing rate and row-spacing on selected parameters of chemical composition of herbage (percent of dry matter)

| Výsevok tisíce<br>klíčivých semien.ha <sup>-1</sup> | Ukazovateľ             | Medziriadková vzdialenosť |        |         |
|-----------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------|---------|
|                                                     |                        | 0,375 m                   | 0,75 m | priemer |
| 200                                                 | tuky                   | 3,06                      | 3,12   | 3,09    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 12,13                     | 12,23  | 12,17   |
|                                                     | BNLV                   | 36,85                     | 40,77  | 38,56   |
|                                                     | vláknina               | 27,42                     | 24,74  | 26,24   |
| 400                                                 | tuky                   | 2,59                      | 4,00   | 3,16    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 11,11                     | 13,15  | 11,94   |
|                                                     | BNLV                   | 39,69                     | 37,80  | 38,92   |
|                                                     | vláknina               | 26,26                     | 24,96  | 25,73   |
| Priemer                                             | tuky                   | 2,80                      | 3,58   | 3,12    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 11,57                     | 12,71  | 12,05   |
|                                                     | BNLV                   | 38,41                     | 39,23  | 38,76   |
|                                                     | vláknina               | 26,78                     | 24,85  | 25,97   |

## DISKUSIA

Získané výsledky zo skúšania získaných druhov, resp. odrôd láskavca, i keď jedno-ročné, sú v súlade so zahraničnými (K o l e k t í v, 1984a) i domácimi výsledkami (K r á t k y, H e r c o g o v á, 1988).

Dosiahnuté úrody semena odrody *A. hypochondriacus* č. 1008 sú podobné, ako dosiahli pri skúšaní láskavca v Maďarsku (L a z a n y i et al., 1988). V našich podmienkach na rozdiel od doporučení platných pre strednú Ameriku (K a u f f m a n et al., 1983; K o l e k t í v, 1984a) sa ukazuje vhodnejšia menšia medziriadková vzdialenosť ako 0,75 m. Je to svojím spôsobom logická analógia aj pri pestovaní iných plodín (napr. pri pestovaní lucerny na semeno) v závislosti od zemepisnej šírky. V porastoch s meňšou medziriadkovou vzdialenosťou bolo možné pozorovať menšie vetvenie, sústreďenie kvetenstva do hornej časti rastliny, a tým aj uniformnejšie kvitnutie, poprípade dozrievanie.

Výška úrody láskavca bude pritom zreteľne podmienená kvalitou predsejbového spracovania pôdy, kvalitou sejby a najmä priaznivými podmienkami v počiatočných fázach rastu, kedy je láskavec veľmi citlivý na buriny a pôdny príušok (K o l e k t í v, 1984a, b).

V chemickom zložení semena upúta zvlášť vysoký obsah tukov i značný obsah celkových dušikatých látok. Prednosti nutričnej kvality semien láskavca boli takto potvrdené aj v našich podmienkach. Opäť tu boli najmä z hľadiska obsahu tukov výhodnejšie užšie medziriadky. Semená láskavca poskytujú široké možnosti využitia najmä v



| Výsevok tisíce<br>klíčivých semien.ha <sup>-1</sup> | Ukazovateľ             | Medziriadková vzdialenosť |        |         |
|-----------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------|---------|
|                                                     |                        | 0,375 m                   | 0,75 m | priemer |
| 200                                                 | tuky                   | 2,22                      | 2,63   | 2,39    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 14,59                     | 14,42  | 14,52   |
|                                                     | BNLV                   | 40,10                     | 43,23  | 41,47   |
|                                                     | vláknina               | 26,31                     | 23,50  | 25,08   |
| 400                                                 | tuky                   | 3,35                      | 3,60   | 3,45    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 13,41                     | 14,96  | 14,04   |
|                                                     | BNLV                   | 42,57                     | 39,33  | 41,26   |
|                                                     | vláknina               | 24,20                     | 24,86  | 24,46   |
| Priemer                                             | tuky                   | 2,84                      | 3,13   | 2,96    |
|                                                     | dušikaté látky celkové | 13,94                     | 14,70  | 14,26   |
|                                                     | BNLV                   | 41,46                     | 41,20  | 41,35   |
|                                                     | vláknina               | 25,14                     | 24,21  | 24,75   |

potravinárskom priemysle (K o l e k t í v, 1984b), prvé poznatky sa získali aj v našich podmienkach (Š p i l d a, 1988; D o d o k et al., 1988).

Získané úrody sušiny krmu láskavca značne zaostávajú za úrodami dosiahnutými v Maďarsku (L a z a n y i et al., 1988), poprípade Bulharsku (N a n e v a, 1985). Ak sme však porovnávali len úrody z porastov s užšími medziriadkami, už tomu tak nebolo. Aj v našich podmienkach pri pestovaní na krm budú vhodnejšie užšie medziriadky (375 mm a užšie) a vyšší výsevok. L a z a n y i et al. (1988) v suchých podmienkach Veľkej maďarskej nížiny pri pestovaní láskavca ako medziplodiny dosiahli najlepšie výsledky z porastov so 125mm medziriadkovou vzdialenosťou. Pomerne dobré úrodové schopnosti láskavca potvrdili aj prevádzkové pokusy s jeho pestovaním v podmienkach SR (K r á t k y, H e r c o g o v á, 1988; P a c k a, 1988).

Pozoruhodnou je aj kvalita biomasy láskavca. V tropických a subtropických oblastiach konkuruje dokonca aj špenátu (C a s t a n e d a et al., 1986). Pomerne vysoký obsah vlákniny je určený zastúpením stoniek. Podľa poznatkov VÚŽV (Š k u l t é t y et al., 1989) využiteľnosť, resp. stráviteľnosť krmu láskavca závisí od fenofázy pri zbere a od spôsobu konzervácie. Od kvitnutia stúpa rýchlo najmä obsah vlákniny (L u t o n s k á, 1988).

Skúmané ukazovatele chemického zloženia súkvetia (po výmlate) naznačujú, že táto časť rastliny môže poskytovať krmivo ešte s vyhovujúcou nutričnou hodnotou.

Z doterajších poznatkov s pestovaním láskavca možno poukázať na niektoré jeho prednosti i problémy. Ku prednostiam patrí nutričná hodnota semien i biomasy a veľmi výhodný reprodukčný koeficient (pri HTS 0,6 až 0,8 g a potrebe osiva na 1 ha 0,4 kg,

úrode 2,0 t.ha<sup>-1</sup> = 5000), ďalšími výhodami sú dobrá konkurečná schopnosť proti burinám a prírastky úrody po dosiahnutí výšky porastu 150 až 250 mm, pomerne dobrá stabilita úrod, adaptabilita a najmä po dobrom vzídení a zakorenení značná suchovzdornosť (C-4 typ fotosyntézy). Nevýhodami sú veľká citlivosť na pôdny prísušok a buriny na začiatku rastu, dlhá vegetačná doba pri pestovaní na semeno, dlhé obdobie dozrievania, problémy so zberom, s pozberovou úpravou semena i s klíčivosťou. S prihliadnutím na tieto skutočnosti sa núka možnosť využitia láskavca ako letnej, poprípade strniskovej medziplodiny. Úspešnosť pestovania na semeno bude zrejme závisieť od toho, ako dokáže potravinársky priemysel, farmaceutika, poprípade kozmetika využívať potenciál tejto plodiny.

## Literatúra

- CASTENEDA, I. C. et al.: Evulution of Amaranth (*A. hypochondriacus* L.) as vegetable, in comparison with spinach cv. Virofley in Pedro Escobedo Querebaro, Mexico. Amaranth (Newsletter), 1986. č. 3, s. 3 – 5.
- DODOK, L. et al.: Pekárenské charakteristiky a využitie múky láskavca. In: Zbor. Ref. Semin. Pestovanie a využitie kultúrnych odrôd láskavca, SVŠT, ČSVTS, VÚPKS, Bratislava, 31. 3. 1988, s. 14 – 17.
- KAUFFMAN, C. S. et al.: Amaranth grain production guide. Rodale Research Report NC-83-6, 1983.
- KOLEKTÍV: Information on grain amaranth selections for cooperative research. Rodale Press, Rodale Research Center, 1984.
- KOLEKTÍV: Amaranth, Modern prospects for ancient crop. National Academy Press, Washington, D. C. 1984b.
- KRÁTKY, J. – HERCOGOVÁ, E.: Pestovanie Amaranthusu A<sub>1</sub>-A<sub>4</sub> na Štátnom majetku n. p. Šaštín Stráže (1986/87) In: Zbor. Ref. Semin. Pestovanie a využitie kultúrnych odrôd láskavca, SVŠT, ČSVTS, VÚPKS, Bratislava, 31. 3. 1988, s. 38 – 40.
- LAZANYI et al.: Hodnocení produkce biomasy a semene láskavce v suchých oblastech Velké maďarské nížiny. Mezin. čas., 32, 1988, č. 5, s. 55 – 59.
- LUTONSKA, P.: Krmivárske využitie fytomasy láskavca. In: Zbor. Ref. Semin. Pestovanie a využitie kultúrnych odrôd láskavca, SVŠT, ČSVTS, VÚPKS, Bratislava, 31. 3. 1988, s. 43 – 45.
- NANEVA, D.: Amaranthus – nova furažna kultúra. Zemledelie (Sofija), 83, 1985, č. 3, s. 44 – 45.
- PACKA, E.: Priebežná správa o pestovaní rastliny *Amaranthus hypochondriacus* 1008 v okrese Levice. In: Zbor. Ref. Semin. Pestovanie a využitie kultúrnych odrôd láskavca, SVŠT, ČSVTS, VÚPKS, Bratislava, 31. 3. 1988, s. 41 – 42.
- ŠKULTÉTY, M. et al.: Akosť a nutričná hodnota čerstvého, teplovzdušne sušeného granulovaného láskavca. In: IV. Mezin. Symp. Konzervace objemných krmiv, Brno, 25. – 26. 9. 1989.
- ŠPILDA, I.: Význam a využitie láskavca v potravinárstve a krmivárstve. In: Zbor. Ref. Semin. Pestovanie a využitie kultúrnych odrôd láskavca, SVŠT, ČSVTS, VÚPKS, Bratislava, 31. 3. 1988, s. 10 – 14.

Došlo dňa 28. 8. 1989

JAMRIŠKA, P. (Research Institute of Crop Production, Piešťany): *The effect of the stand organization on the yield of amaranth (Amaranthus hypochondriacus L.)*. Rostl. Výr., 36, 1990 (8): 889 – 896.

In 1986 – 1988 field trials were performed to study the influence of two sowing rates (200 and 400 thousand germinative seeds per ha) and two row spacings (375 and 750 mm) on the seed and herbage yield of amaranth *Amaranthus hypochondriacus* L., the 1008 variety. The seed yields ranged from 1.47 to 3.86 t per ha, and were influenced by weather conditions and row spacing. Therow spacing of 375 mm was the most suitable. The herbage yields reached on the average, 7.16 to 9.79 t per ha of dry matter. Besides the year, interaction of the studied factors played an important role in this. The highest yield was obtained at the sowing rate of 400 thousand seeds per ha and at a row spacing 375 mm. The seed dry matter contained, on the average, 6.4 to 9.23 % of fats, 17.86 to 20.48 % of crude protein, and 67.39 to 69.63 % of N-free extract, herbage dry matter 2.59 to 4.00 % fats, 11.11 to 13.15 % of crude protein, 36.85 to 40.77 % of N-free extract and 24.74 to 27.42 % of fibre. Dry matter of the inflorescence after thrashing contained 2.22 to 3.60 % of fats, 13.41 to 14.96 % of crude protein, 39.33 to 43.23 % of N-free extract and 23.50 to 26.31 % of fibre.

*Amaranthus hypochondriacus* L., sowing rate; row spacing; seed and herbage dry matter yields; chemical composition of seed and herbage

In den Jahren 1986 bis 1988 testeten wir in Feldversuchen den Einfluß zweier Saatmengen (200 und 400 tausend.ha<sup>-1</sup> keimfähiger Samen) und zweier Reihentfernungen (375 und 750 mm) auf den Ertrag an Samen und Futtermasse der Fuchsschwanzart *Amaranthus hypochondriacus* L., Sorte 1008. Die Samen-erträge schwankten zwischen 1,47 bis 3,86 t.ha<sup>-1</sup>, beeinflusst wurden sie durch den Witterungsablauf und die Reihentfernung. Die Reihentfernung von 375 mm erwies sich als günstiger. Die Erträge an Futter erreichten im Durchschnitt 7,16 bis 9,79 t.ha<sup>-1</sup> Trockensubstanz. Neben dem Jahrgang machte sich dabei auch die Wechselwirkung der untersuchten Faktoren signifikant geltend. Der höchste Ertrag wurde bei der Saatmenge von 400 tausend.ha<sup>-1</sup> und der Reihentfernung waren im Durchschnitt 6,40 bis 9,23 % Fette, 17,86 bis 20,48 % N-Stoffe (Rohprotein) und 67,39 bis 69,63 % stickstofffreie Extraktstoffe, in der Trockensubstanz des Futterguts dann 2,59 bis 4,00 % Fette, 11,11 bis 13,15 % N-Stoffe, 36,85 bis 40,77 % stickstofffreie Extraktstoffe und 24,74 bis 27,42 % Rohfaser, enthalten. Die Trockensubstanz des Blütenstands nach dem Drusch enthielt 2,22 bis 3,60 % Fette, 13,41 bis 14,96 % N-Stoffe, 39,33 bis 43,23 % stickstofffreie Extraktstoffe und 23,50 bis 26,31 % Rohfaser.

*Amaranthus hypochondriacus* L.; Saatmenge; Reihentfernung; Erträge an Samen und Trockensubstanz des Futterguts; chemische Zusammensetzung der Samen und des Futterguts

---

*Adresa autora:*

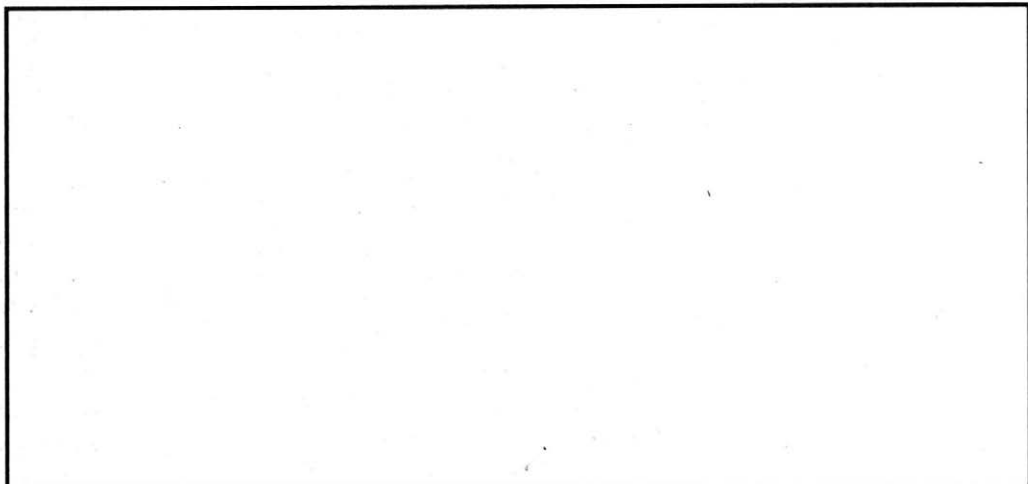
Ing. Pavel J a m r i š k a , CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 122, 921 68 Piešťany

---

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Voplakal K.: Long-continued development of phosphorus regime of brown soil at different fertilization . . . . .                                                           | 809 |
| Damaška J., Kaštil J.: Balance of mineral nutrients in the Ústí nad Orlicí region . . . . .                                                                               | 817 |
| Králová M., Cerhanová D., Rovenská B.: The effect of ammonium and nitrate nutrition on the changes in size of xylem and phloem vascular bundles in spring wheat . . . . . | 825 |
| Marko F., Hanobík A.: The influence of cultural practices on winter wheat yield . . . . .                                                                                 | 832 |
| Smoček J., Kloudová A.: Sensitivity of the Spike Fertility Genes resources in wheat to gibberellic acid . . . . .                                                         | 838 |
| Křen J.: Autoregulation and the regularities of plant population biology in the wheat stand . . . . .                                                                     | 844 |
| Komprda T., Smejkal M., Nedbálková B.: Production energy of some oat varieties harvested at different stages of growth . . . . .                                          | 855 |
| Lahký J.: The influence of fertilization, site and year on the yield and qualitative parameters of potatoes . . . . .                                                     | 864 |
| Nedělník J.: Amino acids content in plants of mammoth red clover after selection for resistance to <i>Fusarium</i> spp. . . . .                                           | 871 |
| Pristaš J.: The influence of some cultural practices on lucerne yields . . . . .                                                                                          | 879 |
| Krajčovič V.: Contribution of the system of grassland evaluation and management in the Carpathian Region . . . . .                                                        | 888 |
| Jamříška P.: The effect of the stand organization on the yield of amaranth ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) . . . . .                                              | 895 |

## INHALT

|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Mouchová H., Klír J., Benešová J.: Stickstoffauswaschung aus Bodenlysimetern nach der Herbst- und Frühjahrapplikation von Stickstoffdünger zu Winterweizen . . . . .                       | 790 |
| Honza J., Minář J.: Verflüchtigung von Ammoniak nach Applikation von Stickstoffdünger und Möglichkeiten deren Herabsetzung durch Beigabe von Hexaamidozyklotriphosphaten (HACTP) . . . . . | 795 |
| Zehnálek J., Minář J., Honza J.: Einschränkung von Verlusten durch Stickstoffverflüchtigung aus DAM 390 mittels Beigabe von Hexaamidozyklotriphosphaten (HACTP) . . . . .                  | 804 |
| Voplakal K.: Langzeitentwicklung des Phosphorhaushalts von Braunerde bei verschiedenen Düngungsverfahren . . . . .                                                                         | 809 |
| Damaška J., Kaštil J.: Mineralnährstoffbilanz im Gebiet Ústí nad Orlicí . . . . .                                                                                                          | 817 |
| Králová M., Cerhanová D., Rovenská B.: Einfluss der Ammonium- und Nitraternährung auf Veränderungen der Xylem- und Phloemgrösse des Gefässbündels bei Sommerweizen . . . . .               | 825 |
| Marko F., Hanobík A.: Einfluss agrotechnischer Massnahmen auf den Ertrag von Winterweizen . . . . .                                                                                        | 832 |
| Smoček J., Kloudová A.: Sensibilität der Genquellen der Weizenährenfertilität zur Gibberellinsäure . . . . .                                                                               | 838 |
| Křen J.: Autoregulation und Gesetzmässigkeiten der Pflanzenpopulationsbiologie im Weizenbestand . . . . .                                                                                  | 845 |
| Komprda T., Smejkal M., Nedbálková B.: Produktionsenergie ausgewählter in verschiedenen Vegetationsphasen geernteter Hafersorten . . . . .                                                 | 856 |
| Lahký J.: Einfluss von Düngung Lokalität und Jahrgang auf Ertrag und Qualitätsparameter von Kartoffeln . . . . .                                                                           | 864 |
| Nedělník J.: Gehalt der Kleecarten an Aminosäuren nach der Selektion auf Resistenz gegen <i>Fusarium</i> spp. . . . .                                                                      | 871 |
| Pristaš J.: Einfluss agrotechnischer Verfahren auf den Luzerneertrag . . . . .                                                                                                             | 879 |
| Krajčovič V.: Bewertung und Bewirtschaftung von Dauergrünlandflächen im Karpatengebiet . . . . .                                                                                           | 888 |
| Jamříška P.: Auswirkung der Bestandsführung auf den Ertrag von Fuchsschwanz ( <i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.) . . . . .                                                              | 895 |



Rukopisy odevzdány k tisku 20. 4. 1990, podepsáno k tisku 20. 3. 1991

---

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 25 75 41 • Fotosazba f. LayGraJ • © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1990

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, Kóvpakova 26, 160 00 Praha 6