

VĚDECKÝ ČASOPIS



# ROSTLINNÁ VÝROBA



**11**

ROČNÍK 28 (LV)  
PRAHA  
LISTOPAD 1982  
CENA 18 Kčs  
1121-1232  
ROVYAN 26 (11)  
CS ISSN 0035-8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

**ROSTLINNÁ VÝROBA**

**Řídí redakční rada**

Prof. ing. František Hron, DrSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, DrSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, DrSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Jozef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., ing. Josef Kopřiva, CSc., prof. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Luboš Schmid, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., ing. Miron Suškevič, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc., doc. ing. František Vlček, CSc., ing. Jaroslav Voškeruš, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, DrSc.

Redaktorka ing. Marie Michálková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1982

■  
Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

■  
Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■  
The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

■  
Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben von Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

■  
Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques pour l'agriculture. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

# ZÁVLAHA A HNOJENIE – VÝZNAMNÉ FAKTORY ZVYŠOVANIA ÚROD KUKURICE NA SILÁŽ

M. Rúčka

RÚČKA, M. (Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Bratislava): *Závlaha a hnojenie — významné faktory zvyšovania úrod kukurice na siláž*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1121-1130.

V rokoch 1977 až 1979 sa na černozemi karbonátovej juhozápadného Slovenska študoval vplyv závlah a hnojenia na tvorbu úrod kukurice na siláž a na produkciu sušiny na 1 kg NPK. Najvyššia úroda sušiny v priemere za tri roky (19,89 t.ha<sup>-1</sup>) sa dosiahla pri množstve vody 350 mm za vegetačné obdobie (z toho 165 mm vo forme závlah) + N 220 kg, P 61 kg a K 150 kg.ha<sup>-1</sup>; z hľadiska ekonomického, ale i biologického optima sú najvýhodnejšie tieto dávky živín: N 140 kg, P 61 kg a K 150 kg.ha<sup>-1</sup>, pri ktorých sa dosiahla približne rovnaká úroda sušiny (19,19 t.ha<sup>-1</sup>). Prírastky úrod v oboch prípadoch sú štatisticky vysokopreukazné ( $P = 99,9\%$ ). Skúmané faktory úrodu sušiny zvýšili takto: živiny na nezavlažovanej pôde o 1,45 t.ha<sup>-1</sup>, t. j. 12 %, živiny na zavlažovanej pôde o 2,76 t.ha<sup>-1</sup>, t. j. 16 %, závlaha v priemere variantov o 5,02 t.ha<sup>-1</sup>, t. j. 38 %, závlaha X dávky živín o 7,49 t.ha<sup>-1</sup>, t. j. 61 %. Na 1 kg aplikovaných NPK sa na zavlažovanej pôde vyprodukovalo v priemere 52,37 kg sušiny, na nezavlažovanej len 13,31 kg. DAM 390 sa svojím účinkom na tvorbu úrod sušiny kukurice vyrovnal, alebo predčil síran amónny + liadok vápenatoamónny a močovinu. Bola dokázaná väčšia účinnosť skúmaných faktorov vo vzťahu k tvorbe úrod kukurice na siláž pri ich vzájomnom pôsobení v porovnaní so sólovým pôsobením.

kukurica na siláž; úroda sušiny a čerstvej hmoty; živiny; závlahová voda; formy dusíkatých hnojív; účinnosť skúmaných faktorov

Kukurica na siláž v dôsledku svojho významného postavenia v poľnohospodárstve, najmä v živočíšnej výrobe, je v popredí záujmu nielen poľnohospodárskej praxe, ale aj výskumu. Vedeckovýskumnú základňu zaujímajú predovšetkým otázky súvisiace s potenciálnou úrodnosťou hybridov kukurice, s optimalizáciou vlhkového režimu pôdy, s výživou a hnojením, ako aj faktory podmieňujúce dosahovanie vysokých úrod dobrej kvality.

Zavlažovanie kukurice na siláž prichádza do úvahy v podmienkach s menším úhrnom zrážok vo vegetačnom období, potrebných na vytvorenie vysokých úrod. Z domácich i zahraničných údajov vyplýva, že vysoké úrody zelenej hmoty, ale aj sušiny, sa dosahujú optimalizovaním vodného režimu pôdy (Popova, 1972; Grujev et al., 1974; Baňoch — Hájek, 1979). Pritom zvýšenie úrod tejto plodiny pri závlahách predstavuje 30 až 40 %.

Veľmi dôležitá je optimalizácia druhého vegetačného faktora — výživy a hnojenia kukurice na siláž. Vlhkosť pôdy a živiny sa navzájom podmieňujú a od ich súladu závisí veľkosť úrody hlavného produktu.



Pri výžive kukurice na siláž sa veľká pozornosť venuje hnojeniu dusíkom, fosforom a draslíkom. Nie sú zriedkavosťou úrody 65 až 80 t zelenej hmoty na ha a 18 až 22 t sušiny na ha (Podolák, 1977; Sokolov — Dzubeckij, 1970). Preto sa spravidla odporúčajú vyššie dávky dusíka — 180—220 kg.ha<sup>-1</sup>; dávky fosforu v závislosti od jeho zásoby v pôde, predplodiny a plánovanej úrody predstavujú 35—55 kg.ha<sup>-1</sup>; dávky draslíka 0 — 66—180 kg.ha<sup>-1</sup> (Barszak, 1971; Maselskij, 1970; Sander, 1971; Rúčka et al., 1978).

Živiny z priemyselných hnojív sa na tvorbe úrod podieľajú 17 až 24 %, hnojivá v interakcii so závlahovou vodou 38 až 55 % (Rúčka et al., 1978; Sterikov — Ilkov, 1973). V závislosti od pôdno-klimatických podmienok kolíšu pomery dávok živín pre kukuricu na siláž takto: N : P : K = 1 : 0,24 — 0,30 : 0 — 0,30 — 0,38. Pritom je zdôrazňovaný veľký význam optimalizácie pomeru živín z hľadiska rastu, vývoja rastlín, tvorby hlavného i vedľajšieho produktu (Taheri — Amlaschi, 1972; Stimenov, 1970).

Pri výžive tejto plodiny sa venuje pozornosť aj formám dusíkatých hnojív, najmä kvapalnej forme, ktorú má DAM 390 v porovnaní s pevnými formami — síran amónny + liadok vápenatoamónny a močovina. Výsledky výskumu poukazujú na dobrý účinok hnojiva DAM 390 v porovnaní s pevnými formami dusíkatých hnojív (Márton, 1970; Rúčka et al., 1978).

## MATERIÁL A METÓDY

Cieľom výskumu bolo študovať vplyv závlahovej vody, dávok a pomeru živín, ako aj foriem dusíkatých hnojív na tvorbu úrod kukurice na siláž v podmienkach juhozápadného Slovenska. Problematika sa študovala v rokoch 1977 až 1979 v presných poľných pokusoch na karbonátovej černoze. Agrochemická charakteristika tejto pôdy je takáto: obsah humusu 2,54 % podľa Turina, CaCO<sub>3</sub> 15,5 % podľa Janka, pH/KCl 6,94, prístupného P 82 mg podľa Egnera, 13,6 mg podľa Olsena, prístupného K 117 mg.kg<sup>-1</sup> pôdy podľa Schachtschabela. Pokus mal deväť variantov hnojenia, dva vlahové varianty, štyrikrát opakované, spolu 72 parciel. Z hľadiska zmlstného zloženia sú to pôdy stredne ťažké — hlinité.

Dlhodobá priemerná suma zrážok za kalendárny rok je 650 mm, za vegetačné obdobie 350 mm. Priemerná ročná teplota vzduchu 9,6 °C, v priebehu vegetačného obdobia 16,2 °C. Klimatická charakteristika pokusného obdobia je uvedená v tab. I a II.

Vlahové varianty:

nezavlažovaný — s prirodzeným vývojom pôdnej vlahy,

zavlažovaný — vlhkosť pôdy bola udržiavaná na požadovanej úrovni závlahami, pričom sa realizoval diferencovaný závlahový režim pôdy podľa Ivaničku (1980).

Vývoj pôdnej vlahy sa sledoval pomocou neutrónovej sondy v týždenných intervaloch.

Diferencovaný závlahový režim kukurice na siláž uvádza tab. III.

Dávky živín: aplikované pri pestovaní kukurice na siláž sú uvedené v tab. IV.

Formy hnojív:

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| N — na variantoch | 2—7 DAM 390      |
| — na variante     | 8 SA + LVA       |
| — na variante     | 9 močovina       |
| P — na variantoch | 2—9 superfosfát  |
| K — na variantoch | 2—9 draselná soľ |

Počet rastlín na hektár a spon: 90 000 jedincov pri sponke 70 X 16 cm.

Ochrana rastlín: proti burinám sme aplikovali Zeazin v množstve 2 kg.ha<sup>-1</sup>.



I. Prehľad teplôt v priebehu pokusného obdobia pri pestovaní kukurice na siláž — hybrid 454 (1977—1979) — A survey of temperatures during the test period of silage maize growing — hybrid 454 (1977—1979)

| Mesiac  | Dekáda | Normál<br>1931—1960 | Priemerné teploty v °C |        |                          |        |        |                          |        |        |                          |
|---------|--------|---------------------|------------------------|--------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|
|         |        |                     | 1977                   |        |                          | 1978   |        |                          | 1979   |        |                          |
|         |        |                     | dekáda                 | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu | dekáda | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu | dekáda | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu |
| IV.     | 1      |                     | 6,5                    |        |                          | 8,0    |        |                          | 6,4    |        |                          |
|         | 2      | 10,2                | 6,2                    | 8,6    | -1,6                     | 6,7    | 9,1    | -1,1                     | 9,6    | 8,9    | -1,3                     |
|         | 3      |                     | 13,2                   |        |                          | 12,6   |        |                          | 10,6   |        |                          |
| V.      | 1      |                     | 15,0                   |        |                          | 13,2   |        |                          | 9,0    |        |                          |
|         | 2      | 15,0                | 15,1                   | 14,7   | -0,3                     | 10,6   | 13,3   | -1,7                     | 17,3   | 17,0   | +2,0                     |
|         | 3      |                     | 14,1                   |        |                          | 16,1   |        |                          | 24,8   |        |                          |
| VI.     | 1      |                     | 16,4                   |        |                          | 20,4   |        |                          | 22,8   |        |                          |
|         | 2      | 18,4                | 22,0                   | 19,0   | +0,6                     | 16,1   | 17,7   | -0,7                     | 17,6   | 20,2   | +1,8                     |
|         | 3      |                     | 18,6                   |        |                          | 16,7   |        |                          | 20,2   |        |                          |
| VII.    | 1      |                     | 19,5                   |        |                          | 17,1   |        |                          | 15,9   |        |                          |
|         | 2      | 20,4                | 19,6                   | 20,0   | -0,4                     | 18,9   | 19,1   | -1,3                     | 18,6   | 18,2   | -2,1                     |
|         | 3      |                     | 21,0                   |        |                          | 21,2   |        |                          | 20,5   |        |                          |
| VIII.   | 1      |                     | 19,5                   |        |                          | 21,5   |        |                          | 20,8   |        |                          |
|         | 2      | 19,5                | 18,3                   | 19,2   | -0,3                     | 17,1   | 18,5   | -1,0                     | 19,1   | 19,4   | -0,1                     |
|         | 3      |                     | 19,8                   |        |                          | 16,8   |        |                          | 18,3   |        |                          |
| Priemer |        | 16,70               | 16,32                  | 16,30  | -0,40                    | 15,53  | 15,54  | -1,16                    | 16,77  | 16,76  | +0,06                    |

| Termín sejby a zberu: | Roky | sejba   | zber      |
|-----------------------|------|---------|-----------|
|                       | 1977 | 22. IV. | 2. IX.    |
|                       | 1978 | 3. V.   | 5. IX.    |
|                       | 1979 | 10. V.  | 30. VIII. |

## VÝSLEDKY

### ÚRODA ZELENEJ HMOTY KUKURICE NA SILÁŽ

Z výsledkov výskumu realizovaného v rokoch 1977 až 1979 vyplynulo, že vlhkosť pôdy utváraná len v dôsledku prirodzených zrážok nestačila kryť požiadavky rastlín na vodu. Vo všetkých troch rokoch boli zrážky vo vegetačnom období [IV. až VIII.] nižšie v porovnaní s dlhodobým priemerom o 64 až 128 mm, priemerne o 95 mm. Preto bolo potrebné aplikovať doplnkové závlahy. Závlahové množstvo vody bolo značné: v roku 1977 205 mm, 1978 180 mm a v roku 1979 110 mm aplikované v šiestich, piatich a štyroch závlahových dávkach. Celkové množstvo vody zo závlah a zrážok, ktoré mala kukurica v priebehu vegetácie

II. Prehľad zrážok a závlahového množstva vody aplikovaného pri pestovaní kukurice na siláž — hybrid TO 454 (1977—1979)  
— A survey of precipitation and amounts of irrigation water applied to silage maize — hybrid TO 454 (1977—1979)

| Mesiac                  | Dekáda | Normál<br>1931—1960 | Zrážky (mm) |        |                          |        |        |                          |        |        |                          | Závlahy (mm) |        |        |
|-------------------------|--------|---------------------|-------------|--------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|--------------------------|--------------|--------|--------|
|                         |        |                     | roky        |        |                          |        |        |                          |        |        |                          |              |        |        |
|                         |        |                     | 1977        |        |                          | 1978   |        |                          | 1979   |        |                          | 1977         | 1978   | 1979   |
|                         |        |                     | dekáda      | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu | dekáda | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu | dekáda | mesiac | rozdiel<br>od<br>normálu | dekáda       | dekáda | dekáda |
| IV.                     | 1      | 36                  | 11,8        |        |                          | 6,1    |        |                          | 21,0   |        |                          | —            | —      | —      |
|                         | 2      |                     | 6,9         | 29,1   | — 6,9                    | 17,8   | 25,2   | —10,8                    | —      | 61,0   | +25,6                    | —            | —      | —      |
|                         | 3      |                     | 10,4        |        |                          | 1,3    |        |                          | 40,1   |        |                          | —            | —      | —      |
| V.                      | 1      | 61                  | 11,8        |        |                          | 22,1   |        |                          | 14,3   |        |                          | —            | —      | —      |
|                         | 2      |                     | 17,6        | 36,5   | —24,5                    | 21,2   | 59,5   | — 1,5                    | 1,5    | 19,6   | —41,4                    | —            | —      | —      |
|                         | 3      |                     | 7,1         |        |                          | 16,2   |        |                          | 3,8    |        |                          | —            | —      | 20     |
| VI.                     | 1      | 57                  | 2,4         |        |                          | 6,8    |        |                          | 0,9    |        |                          | 30           | 30     | —      |
|                         | 2      |                     | 3,3         | 37,7   | —19,3                    | 6,8    | 35,0   | —22,0                    | 71,3   | 75,0   | +18,0                    | —            | —      | 30     |
|                         | 3      |                     | 32,0        |        |                          | 21,4   |        |                          | 2,8    |        |                          | 55           | 30     | —      |
| V.                      | 1      | 72                  | 12,5        |        |                          | 9,7    |        |                          | 19,3   |        |                          | —            | —      | —      |
|                         | 2      |                     | 3,9         | 32,3   | —39,7                    | 4,4    | 15,0   | —57,0                    | 6,9    | 29,6   | —42,4                    | 30           | 40     | 30     |
|                         | 3      |                     | 15,9        |        |                          | 0,9    |        |                          | 3,4    |        |                          | 30           | —      | —      |
| VIII.                   | 1      | 57                  | 21,5        |        |                          | 12,5   |        |                          | 13,1   |        |                          | 30           | 40     | 30     |
|                         | 2      |                     | 5,9         | 50,0   | — 7,0                    | 8,0    | 20,6   | —36,4                    | 20,5   | 42,8   | —14,2                    | 30           | 40     | —      |
|                         | 3      |                     | 22,6        |        |                          | 0,5    |        |                          | 9,2    |        |                          | —            | —      | —      |
| Spolu                   |        | 283                 | 185,6       | 185,6  | —97,4                    | 155,3  | 155,3  | —127,7                   | 228,1  | 228,1  | —54,4                    | 205          | 180    | 110    |
| Počet závlahových dávok |        |                     |             |        |                          |        |        |                          |        |        |                          | 6            | 5      | 4      |

### III. Diferencovaný závlahový režim kukurice na siláž — Differentiated irrigation regime for silage maize

| % VVK | Hĺbka navlaženia (m) | Rastová fáza                           |
|-------|----------------------|----------------------------------------|
| 50    | 0,4                  | sejba — piaty list                     |
| 70    | 0,6                  | piaty list — začiatok metania          |
| 70    | 0,8                  | metanie — odkvet                       |
| 60    | 0,8                  | kvitnutie — začiatok voskovej zrelosti |

k dispozícii, bolo takéto: v roku 1977 395 mm, 1978 335 mm a v roku 1979 339 mm.

Že závlahy neboli samoúčelné ukazujú údaje v tab. IV a V. Z nich vyplýva, že úrody zelenej hmoty kukurice v dôsledku pôsobenia tohoto faktora sa zvýšili v priemere o 62 %, čo v absolútnych hodnotách predstavuje prírastok 26,43 t . ha<sup>-1</sup>, pri celkovej úrode 69,05 t . ha<sup>-1</sup>. Prírastok je štatisticky vysoko preukazný (P = 0,1 %). Z uvedeného množstva úrody bolo stebami vytvorené 45,22 t (65,5 %) a šúlkami 23,83 t . ha<sup>-1</sup> (34,5 %), pričom sa úroda stebiel v dôsledku doplnkových závlah zvýšila o 61 %, šúlkov o 65 %.

Dávky živín [N 220 kg, P 61 kg a K 150 kg . ha<sup>-1</sup>] pri vzájomnom pôsobení so závlahovou vodou podmienili vytvorenie úrody zelenej hmoty 72,87 t . ha<sup>-1</sup>. V porovnaní s kontrolným variantom predstavuje zvýšenie úrody (skúmanými faktormi) 33,09 t (83 %). Úroda zelenej hmoty na nezavlažovanej pôde je štatisticky vysoko preukazne nižšia v porovnaní s priemerom, pričom zvýšenie úrod v dôsledku hnojenia bolo minimálne 4,59 t . ha<sup>-1</sup> (11,7 %). Naproti tomu prírastky úrod zelenej hmoty v závlahových podmienkach sú na všetkých variantoch hnojenia štatisticky pozitívne vysoko preukazné. V dôsledku hnojenia sa úrody zelenej hmoty v závlahových podmienkach zvýšili o 10,85 t . ha<sup>-1</sup>, čo predstavuje 27,66 %.

#### ÚRODA SUŠINY KUKURICE NA SILÁŽ

Úroda sušiny v priemere za tri roky dosiahla 16,02 t . ha<sup>-1</sup>, pričom v rámci pokusných rokov kolísala od 10,54 t do 20,37 t . ha<sup>-1</sup>. Pomerne malá úroda v roku 1978 bola spôsobená nízkymi teplotami začiatkom leta, čo malo za následok výrazné spomalenie rastu tejto plodiny, predlžovanie dozrievania do technologickej zrelosti, zvýšenie obsahu vody pri zbere a pod.

Závlahová voda sa na tvorbe úrod sušiny podieľala 43 %, čo predstavuje prírastok úrody 5,62 t . ha<sup>-1</sup>. Keď sa okrem závlahovej vody aplikovali aj živiny v dávkach: N 220 kg, P 61 kg a K 150 kg . ha<sup>-1</sup>, dosiahla sa úroda sušiny 19,82 t . ha<sup>-1</sup>. Zvýšenie úrody, spôsobené skúmanými faktormi, predstavuje 7,49 t . ha<sup>-1</sup> (+ 61 %). Na nezavlažovanej pôde boli úrody sušiny v porovnaní s priemerom štatisticky vysokopreukazne nižšie, v závlahových podmienkach vysokopreukazne vyššie o 1,04 až 3,80 t . ha<sup>-1</sup>.

Na 1 kg NPK sa vytvorilo v nezavlažovaných podmienkach 33,10 až 45,40 kg sušiny, priemerne 36,68; na zavlažovanej pôde to bolo 48,22 až 61,75 kg, priemerne 52,37 kg.



## IV. Úroda zelenej hmoty a sušiny kukurice na siláž — hybrid TO 454 (1977—1979) — The green-matter and dry-matter yields of silage maize — hybrid TO 454 (1977—1979)

| Faktor                       | Vlahový variant | Varianty hnojenia | Dávky živín (kg . ha <sup>-1</sup> ) |    |     | Úroda (t . ha <sup>-1</sup> ) |         |       |        |         |       | Produkcia sušiny (kg . kg NPK) |
|------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------------|----|-----|-------------------------------|---------|-------|--------|---------|-------|--------------------------------|
|                              |                 |                   |                                      |    |     | zelená hmota                  |         |       | sušina |         |       |                                |
|                              |                 |                   | N                                    | P  | K   | šúľky                         | kôrovie | spolu | šúľky  | kôrovie | spolu |                                |
| Priemer                      |                 |                   |                                      |    |     | 19,15                         | 36,69   | 55,84 | 6,76   | 9,26    | 16,02 | 44,53                          |
| Závlahová voda × dávky živín | Nezávlahované   | 1                 | 0                                    | 0  | 0   | 13,94                         | 25,04   | 39,78 | 5,83   | 6,95    | 12,33 | —                              |
|                              |                 | 2                 | 100                                  | 44 | 150 | 15,01                         | 27,93   | 42,94 | 5,82   | 7,52    | 13,34 | 45,40                          |
|                              |                 | 3                 | 140                                  | 44 | 150 | 14,52                         | 27,39   | 41,91 | 5,60   | 7,38    | 12,98 | 38,86                          |
|                              |                 | 4                 | 180                                  | 44 | 150 | 14,38                         | 28,27   | 42,65 | 5,61   | 7,61    | 13,33 | 35,36                          |
|                              |                 | 5                 | 140                                  | 61 | 150 | 14,84                         | 29,53   | 44,37 | 5,83   | 7,94    | 13,78 | 39,25                          |
|                              |                 | 6                 | 180                                  | 61 | 150 | 14,20                         | 29,09   | 43,29 | 5,57   | 7,83    | 13,41 | 34,30                          |
|                              |                 | 7                 | 220                                  | 61 | 150 | 14,46                         | 29,40   | 43,85 | 5,74   | 7,90    | 13,65 | 33,21                          |
|                              |                 | 8                 | 180                                  | 61 | 150 | 14,44                         | 27,65   | 42,08 | 5,57   | 7,38    | 12,89 | 33,10                          |
|                              |                 | 9                 | 180                                  | 61 | 150 | 14,39                         | 28,35   | 42,73 | 5,66   | 7,63    | 13,29 | 33,98                          |
|                              | Závlahované     | 1                 | 0                                    | 0  | 0   | 22,21                         | 39,81   | 62,02 | 7,42   | 9,63    | 17,06 | —                              |
|                              |                 | 2                 | 100                                  | 44 | 150 | 23,50                         | 42,94   | 66,45 | 7,72   | 10,44   | 18,15 | 61,75                          |
|                              |                 | 3                 | 140                                  | 44 | 150 | 23,61                         | 45,17   | 68,78 | 7,87   | 10,49   | 18,81 | 56,30                          |
|                              |                 | 4                 | 180                                  | 44 | 150 | 24,14                         | 45,84   | 69,98 | 7,91   | 11,09   | 19,00 | 50,80                          |
|                              |                 | 5                 | 140                                  | 61 | 150 | 24,43                         | 45,98   | 70,42 | 8,09   | 11,10   | 19,19 | 54,66                          |
|                              |                 | 6                 | 180                                  | 61 | 150 | 24,07                         | 46,97   | 71,04 | 8,00   | 11,39   | 19,38 | 48,56                          |
|                              |                 | 7                 | 220                                  | 61 | 150 | 24,94                         | 47,93   | 72,87 | 8,24   | 11,59   | 19,82 | 48,22                          |
|                              |                 | 8                 | 180                                  | 61 | 150 | 23,41                         | 45,84   | 69,35 | 7,76   | 11,11   | 18,87 | 48,25                          |
|                              |                 | 9                 | 180                                  | 61 | 150 | 24,17                         | 46,46   | 70,63 | 7,95   | 11,20   | 19,15 | 49,39                          |
| Vlahový variant              | Nezávlahované   |                   |                                      |    |     | 14,46                         | 28,16   | 42,62 | 5,64   | 7,57    | 13,21 | 36,68                          |
|                              | Závlahované     |                   |                                      |    |     | 23,83                         | 45,22   | 69,05 | 7,88   | 10,94   | 18,83 | 52,37                          |

V. Hraničné diferencie úrod kukurice na siláž vplyvom skúmaných činiteľov (priemer za roky 1977—1979) — The marginal differences in the yields of silage maize caused by the studied factors (average for 1977—1979)

| Ukazovateľ           | Merná jednotka      | Činiteľ     |      |       |                     |      |       |
|----------------------|---------------------|-------------|------|-------|---------------------|------|-------|
|                      |                     | Dž × V      |      |       | V — vlahový variant |      |       |
|                      |                     | preukaznosť |      |       |                     |      |       |
|                      |                     | 5 %         | 1 %  | 0,1 % | 5 %                 | 1 %  | 0,1 % |
| Úroda zelenej hmoty: |                     |             |      |       |                     |      |       |
| šúľky                | t. ha <sup>-1</sup> | 0,76        | 1,02 | 1,33  | 0,26                | 0,35 | 0,46  |
| kôrovie              | t. ha <sup>-1</sup> | 0,68        | 0,91 | 1,19  | 0,22                | 0,29 | 0,39  |
| spolu                | t. ha <sup>-1</sup> | 1,11        | 1,47 | 1,93  | 0,36                | 0,48 | 0,63  |
| Úroda sušiny:        |                     |             |      |       |                     |      |       |
| šúľky                | t. ha <sup>-1</sup> | 0,30        | 0,41 | 0,53  | 0,10                | 0,14 | 0,18  |
| kôrovie              | t. ha <sup>-1</sup> | 0,30        | 0,41 | 0,53  | 0,10                | 0,14 | 0,18  |
| spolu                | t. ha <sup>-1</sup> | 0,33        | 0,44 | 0,57  | 0,11                | 0,15 | 0,19  |

Optimalizovanie dávok a pomeru aplikovaných živín, najmä N : P ukázalo, že zvýšenie dávky fosforu zo 44 na 61 kg.ha<sup>-1</sup> malo pozitívny vplyv na tvorbu úrody sušiny, nakoľko sa táto zvýšila v nezavlažovaných podmienkach o 0,50 t, v zavlažovaných o 0,37 t.ha<sup>-1</sup>. Prírastky sú vysokopreukazné. To znamená, že pre túto plodinu je vhodný pomer živín v priemyselných hnojivách N : P : K = 1 : 0,36 : 1,0.

Porovnávaná forma dusíkatého hnojiva DAM 390 so síranom amónnym + liadkom vápenatoamónnym a močovinou sa ukázala vhodnou z hľadiska tvorby úrody sušiny kukurice. Táto sa zvýšila v prvom prípade o 0,51 t, v druhom o 0,23 t.ha<sup>-1</sup>, pričom prírastok je vysoko preukazný len v prvom prípade.

## DISKUSIA

V poľných stacionárnych pokusoch bolo dôležité zistiť, do akej miery je nutné optimalizovať vlahové pomery pôdy a výživu kukurice na siláž, aby sa v plnej miere využil jej biologický potenciál pri tvorbe úrody zelenej hmoty, alebo sušiny. Tento zámer sa do veľkej miery podarilo splniť. Prehľadili sa doterajšie poznatky o výžive tejto plodiny v závlahových podmienkach, ktoré sa môžu úspešne využiť v poľnohospodárskej praxi.

Výsledkom optimalizácie vlahového režimu pôdy a výživy kukurice na siláž bolo zvýšenie úrody zelenej hmoty o 62 % a sušiny o 61 %. To svedčí o veľkých rezervách, ktoré z tohoto hľadiska v poľnohospodárskej praxi máme k dispozícii. Potvrdili sa poznatky získané niektorými autormi doma i v zahraničí, najmä Baňocha, Hájk a (1979), Podolák (1980) a Popovej (1972).

Vlahový režim pôdy na uvedenom stanovišti závisel od množstva a rozdelenia atmosférických zrážok v priebehu vegetácie. Vo všetkých troch rokoch boli zrážky menšie, pritom nerovnomerne rozdelené v porovnaní s normálom, v dôsledku čoho bolo potrebné zavlažovať. Použitý

diferencovaný závlahový režim pôdy plne vyhovoval požiadavkám tejto plodiny, čo je v súlade s poznatkami Ivaničku (1980). Jeho prednosťou je optimalizovanie vlhkového režimu pôdy podľa rastových fáz a hĺbky zakorenenia rastlín, na základe charakteristiky pôdných hydro-limitov: poľnej vodnej kapacity pôdy (PVK), bodu vädnutia (BV), využiteľnej vodnej kapacity (VVK). Ukázalo sa, že kukurica na siláž v podmienkach juhozápadného Slovenska potrebuje mať k dispozícii v priebehu vegetácie 335 až 395 mm (priemerne 356 mm) vody zo zrážok, prípadne doplnkových závlah. Len za takýchto podmienok poskytuje vysoké úrody zelenej hmoty a sušiny.

Druhým významným, intenzifikačným faktorom je výživa a hnojenie kukurice na siláž živinami z priemyselných hnojív. Výskumom sa mali spresniť dávky, ako aj pomery živín, najmä dusíka a fosforu pri konštantnej dávke draslíka. V tab. IV sú uvedené dávky živín, pri ktorých sa dosiahla najvyššia úroda zelenej hmoty a sušiny na jednotke plochy. Ukázalo sa, že vysoká úroda zelenej hmoty a sušiny v priemere za tri roky 70,42 t, resp. 19,19 t. ha<sup>-1</sup> sa dosiahla pri dávkach živín: N 140 kg, P 61 kg a K 150 kg. ha<sup>-1</sup>, pričom na 1 kg NPK sa vytvorilo 54,66 kg sušiny. Ďalšie zvyšovanie dávok dusíka na 180 až 220 kg. ha<sup>-1</sup> podmienilo len nepatrné zvýšenie úrody sušiny. To znamená, že optimálna dávka tohto prvku bude na černoze juhozápadného Slovenska kolísť v rozmedzí 140 až 160 kg. ha<sup>-1</sup>.

Kukurica na úrodu sušiny 19,19 t. ha<sup>-1</sup> prijala 333 kg N, 50 kg P, 204 kg K, 68 kg Ca, 53 kg Mg, 2,8 kg Na, 0,74 kg Mn, 0,11 kg Cu a 0,42 kg Zn.

Ako je zrejmé z uvedených údajov, živiny vo forme priemyselných hnojív musíme doplňovať takto: dusík približne na 42 až 45 %, fosfor na 100 %, draslík približne na 75 %, mezoelementy a mikroelementy podľa zásoby v pôde. Aplikovanie nižšej dávky dusíka je umožnené jeho kolobehom v prírode — vzduch, pôda, rastlina, organická hmota. Fosfor aplikujeme do pôdy prinajmenšom v takom množstve, aké prijímajú rastliny na tvorbu úrody. V prípade nutnosti zvyšovanie úrodnosti pôdy, t. j. obsahu prístupného fosforu v pôde, dávku patrične zvýšime o 10 až 20 kg. ha<sup>-1</sup>. Dávka draslíka pri pestovaní kukurice je závislá od zásoby tohto prvku v pôde, od mineralogického zloženia pôdy a od sprístupňovania draslíka z týchto zásob. V dôsledku toho v niektorých krajinách, najmä ZSSR, RSR, MLR, BLR, sa na niektorých pôdach neodporúča hnojiť týmto prvkom ani pri intenzívnom hospodárení na pôde (Grújev et al., 1974; Popova, 1972). Naproti tomu v našich podmienkach je hnojenie draslíkom nevyhnutným predpokladom dosahovania vysokých úrod pestovaných plodín.

Na základe doterajších výsledkov výskumu nášho pracoviska, odporúčame pre podmienky juhozápadného a južného Slovenska tieto dávky živín: N 140—160 kg, P 50—52 kg a K 140—160 kg. ha<sup>-1</sup>.

Pokiaľ ide o množstvo prijatých ďalších živín, najmä mezoelementov a mikroelementov, treba poznamenať, že na prevažnej časti zavlažovaných pôd ich zásoba zatiaľ stačí kryť požiadavky pestovaných plodín na tieto živiny. Len v preukazných podmienkach, na základe agrochemického skúšania pôdy, je nutná ich aplikácia.

Jedným z najvýznamnejších prínosov riešenia výskumnej úlohy bolo dokázať vzájomnú podmienenosť skúmaných faktorov — závlahovej vody a dávok živín pri tvorbe úrody zelenej hmoty kukurice na siláž, ktorej

výsledkom bolo zvýšenie úrody sušiny o 61 %. V žiadnom prípade sa takáto účinnosť nemôže dosiahnuť pri aplikovaní — pôsobení predmetných faktorov sólove, o čom svedčia údaje v tab. IV. Ostatne to potvrdili aj výsledky viacerých domácich i zahraničných autorov (Růčka et al., 1978; Maseľskij, 1970; Sander, 1971).

## Literatúra

- BAŇOCH, Z. — HÁJEK, L.: Intenzifikace agrotechniky a využití živin v závlaze. [Závěrečná správa.] Hrušovany u Brna, VÚZA 1979.
- BARSZAK, Z.: Badania nad reakcją odmian kukurizy pastewnej na nawożenie azotowe. *Hodw. Rosl. Aklim. i Nasienn.*, 15, 1971, č. 5, s. 429-444.
- GRUJEV, C. et al.: Udobrenie plevných kultur pri orošení. Moskva, Kolos 1974.
- IVANIČKA, J.: Diferencovaný závlahový režim z hľadiska biologických a meteorologických podmienok. [Závěrečná správa.] Bratislava, VÚZH 1980.
- MÁRTON, A.: Folyókony és szilárd nitrogén műtrágyák hatásviszgalata kukorica jeltónóvénnel. *Növénytermelés*, 19, 1970, č. 2, s. 155-163.
- MASELSKIJ, O. S.: Vplyv hustoty posivu ta azotných добрив na urožaj kukurudzy v umovach Bornyckoji zrošuveľnoji systemy. *Visn. sil.-hosp. Nauky*, 13, 1970, č. 8, s. 51-54.
- PODOLÁK, M.: Niektoré poznatky z pestovania kukurice na siláž v závlahách. In: Zborník referátov z konferencie, Jankov Vršok 1977.
- PODOLÁK, M.: Vplyv zavlažovania, hnojenia a niektorých agrotechnických faktorov na úrodu kukurice na siláž. In: Zborník referátov z vedeckej konferencie, Jankov Vršok, 1980.
- POPOVA, I. M.: Zastušivanie dobriv v umovach zrošenia. Kijev, Urožaj 1972.
- RŮČKA, M. — BÍZIK, J. — BAŇOCH, Z.: Hnojenie poľných plodín v závlahových podmienkach. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe, Praha ÚVTI, č. 9, pobočka Nitra, 1978.
- SANDER, D. H.: Fertilizing for corn silage. *Quart. Serv. Fm. Ranch. Home*, 18, 1971, č. 3, s. 23-26.
- SOKOLOV, B. P. — DZJUBECKIJ, B. V.: Rezultaty sortoispytenia gibridov v uslovijach orošení. *Kukuruza*, 15, 1970, č. 12, s. 17.
- STERIKOV, G. — ILKOV, D.: Normi i količestveni sootnošenia na mineraltine torove za carevicata pri težkite izlučšeni černoze. *Počvozn. i Agrochim.*, 8, 1973, č. 4, s. 51-60.
- STIMENOV, S.: Effektivnosť na azota i fosfora v zveno care — vicačevik, uplatnen s vtora kultura carevica pri uslivija na napojavane. *Počvozn. i Agrochim.*, 5, 1970, č. 2, s. 37-46.
- TAHERI-AMLASCHI, G. R.: Optimaler Zeitpunkt der Beregnung bei Mais unter Berücksichtigung der Düngung. Giessen, Inst. f. Pflbau und Pflanzzüchtung der J. Liebig-Univ., 1972, Diss., 163 s.

Došlo dňa 4. 5. 1982

РУЧКА, М. (Научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Братислава): Орошение и удобрение — важные факторы повышения урожая кукурузы на силос. *Rostl. Výroba*, 28, 1982 (11) : 1121-1130.

В 1977—1979 гг. на карбонатном черноземе юго-западной Словакии изучалось влияние орошения и удобрения на формирование урожая кукурузы на силос и на продукцию сухого вещества на 1 кг NPK. Самый высокий выход сухого вещества в среднем за три года (19,86 т/га) был получен при количестве воды 350 мм за весь вегетационный период (в том числе 165 мм в виде орошения) + N 220 кг, P 61 кг и K 150 кг/га. Как с экономической точки зрения, так и биологического оптимума наиболее подходящими считаются следующие дозы питательных веществ: N 140, P 61 и K 150 кг/га, при которых был получен приблизительно одинаковый выход сухого вещества (19,19 т/га). Прирост урожая в обоих случаях статистически высокостововерен ( $P = 99,9\%$ ). Изучаемые факторы повысили выход сухого вещества следующим образом: питательные вещества на неорошаемой почве на 1,45 т/га, т. е. 12%; питательные вещества на орошаемой почве на 2,76 т/га т. е. 16%; орошение в среднем по вариантам на 5,02 т/га, т. е. 38%; орошение X дозы питательных веществ на 7,49 т/га, т. е. 61%. На 1 кг примененных NPK на орошенной почве было получено в среднем 52,37 кг сухого вещества, на неорошенной почве только 13,31 кг. DAM 390 по своему действию на формирование выхода сухого вещества кукурузы был таким же или же пре-



восходил сульфат аммония + калийно-аммиачную селитру и мочевины. Была доказана большая эффективность изучаемых факторов по отношению к формированию урожая кукурузы на силос при их взаимодействии по сравнению с отдельным их действием.

кукуруза на силос; выход сухого вещества и свежей массы; питательные вещества; оросительная вода; формы азотных удобрений; эффективность изучаемых факторов

RÚČKA, M. (Research Institute of Irrigation Farming, Bratislava): *Irrigation and Fertilization — Important Factors of Increasing the Yields of Silage Maize*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1121-1130.

In 1977 to 1979, the effect of irrigation and fertilization on silage maize yield formation and on dry matter production per kg NPK was studied on the carbonate chernozem soils of Southwestern Slovakia. On the average for three years, the highest dry matter yield (19.89 t/ha) was obtained at the water amount of 350 mm per growing season (out of this, 165 mm in the form of irrigation) + N 220 kg, P 61 kg and K 150 kg per ha. From the point of view of economic as well as biological optimum, the following nutrient application rates are the best: 140 kg N, 61 kg P and 150 kg K per ha. These doses secured about the same dry matter yields (19.19 t per ha). In both cases the yield increments are statistically highly significant ( $P = 99.9\%$ ). The studied factors resulted in the following increases in dry matter yields: nutrients on non-irrigated soil by 1.45 t per ha, i. e. 12 %, nutrients on irrigated land by 2.76 t per ha, i. e. 16 %, irrigation on the average for variants by 5.02 t per ha, i. e. 38 %, irrigation X nutrient doses by 7.49 t per ha, i. e. 61 %. The average amount of dry matter produced per kg of applied NPK was 52.37 kg on irrigated land and only 13.31 kg on non-irrigated land. The effect of DAM 390 on maize dry matter yield formation was as good as that of ammonium sulphate + calcium-ammonium nitrate and urea, or even better. The studied factors were found to be more effective in relation to silage maize yields when acting jointly, as compared with the separate action of each of them.

silage maize; dry-matter and fresh-matter yields; nutrients; irrigation water; forms of nitrogenous fertilizers; effectiveness of the studied factors

RÚČKA, M. (Forschungsinstitut für Beregnungswirtschaft, Bratislava): *Bewässerung und Düngung — bedeutende Faktoren der Erhöhung der Erträge von Silomais*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1121-1130.

In den Jahren 1977 bis 1979 wurde auf der Karbonatschwarzerde in der südwestlichen Slowakei der Einfluß der Bewässerungen und der Düngung auf die Bildung der Erträge von Silomais und auf die Produktion von Trockensubstanz je kg NPK untersucht. Der höchste Ertrag von Trockensubstanz im Durchschnitt von drei Jahren (19,89 t.ha<sup>-1</sup>) wurde bei der Niederschlagsmenge von 350 mm in der Vegetationszeit (davon 165 mm in der Form von Bewässerungen) + 220 kg N, 61 kg P und 150 kg.ha<sup>-1</sup> K erreicht: vom ökonomischen Gesichtspunkt und auch vom Gesichtspunkt des biologischen Optimums aus sind folgende Nährstoffgaben am vorteilhaftesten: 140 kg N, 61 kg P und 150 kg.ha<sup>-1</sup> K, bei denen ein annähernd gleicher Ertrag von Trockensubstanz (19,19 t.ha<sup>-1</sup>) erreicht wurde. Die Zunahmen der Erträge sind in beiden Fällen statistisch hochsignifikant ( $P = 99,9\%$ ). Die untersuchten Faktoren erhöhten den Trockensubstanzertrag auf folgende Weise: Nährstoffe auf dem nicht bewässerten Boden um 1,45 t.ha<sup>-1</sup>, das heißt 12 %, Nährstoffe auf dem bewässerten Boden um 2,76 t.ha<sup>-1</sup>, das heißt 16 %, Bewässerung im Durchschnitt von Varianten um 5,02 t.ha<sup>-1</sup>, das heißt 38 %, Bewässerung X Nährstoffgaben um 7,49 t.ha<sup>-1</sup>, das heißt 61 %. Je kg NPK wurden auf dem bewässerten Boden im Durchschnitt 52,37 kg Trockensubstanz, auf dem nicht bewässerten Boden nur 13,31 kg gewonnen. DAM 390 hatte eine gleiche Wirkung auf die Bildung der Trockensubstanzerträge von Mais wie Ammoniumsulfat + Kalkammonsalpeter und Harnstoff oder übertraf sie. Es wurde eine größere Wirksamkeit untersuchten Faktoren in Beziehung zur Bildung von Silomais bei ihrer gegenseitigen Wirkung im Vergleich zu den Solowirkungen bewiesen.

Silomais; Ertrag von Trockensubstanz und Frischmasse; Nährstoffe; Bewässerungswasser; Formen von Stickstoffdüngern; Wirksamkeit der untersuchten Faktoren

Adresa autora:

Ing. Michal Rúčka, CSc., Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Vrakunská cesta 29, 834 21 Bratislava - Podunajské Biskupice

# **PRÍSPĚVEK K OBJEKTIVIZACI ORGANOLEPTICKÉHO HODNOCENÍ JAHOD**

**M. Jankovský, D. Šubrtová, J. Hubáček**

---

JANKOVSKÝ, M. — ŠUBRTOVÁ, D. — HUBÁČEK, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka): *Príspevek k objektivizaci organoleptického hodnocení jahod*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1131-1138.

Byla ověřena metoda stanovení těkavých látek jahod plynovou chromatografií. Šest odrůd zahradních jahod bylo hodnoceno dle obsahu těkavých látek, který byl u většiny odrůd v dobré korelaci s organoleptickým hodnocením. Pomocí Kovácových indexů, hydrolytického štěpení a tenkovrstevné chromatografie 2,4-dinitrofenylhydrazonů byly některé složky z komplexu těkavých látek identifikovány nebo pouze charakterizovány. Bylo prokázáno, že zastoupení jednotlivých složek v komplexu těkavých látek jahod je odrůdově závislé a může sloužit k objektivizaci hodnocení jednotlivých odrůd.

jahody; extrakce; těkavé látky; plynová chromatografie; odrůdová závislost; organoleptické hodnocení

---

Těkavé látky v zahradních i planě rostoucích druzích jahod byly zkoumány již před čtyřiceti lety (Coppens, Hoejenbos, 1939). Možnosti použití metod plynové chromatografie přinesly od roku 1958 podstatné zintenzívnění těchto prací (Dimmick, Corse, 1958).

Jako hlavní složky komplexu těkavých látek jahod byly identifikovány aldehydy, alkoholy a řada monokarboxylových kyselin. Ve studiích byla využita zejména hmotnostní spektrometrie (Taranishi et al., 1963), kterou byla identifikována i řada esterů. Soubor původně identifikovaných ca 60 látek (Winter, Wilhelm, 1964) byl postupně obohacován (Ahmed, Scott, 1963) o nenasycené aldehydy a laktony (Wilhelm et al., 1966), poloacetal (Fadden et al., 1963; Taranishi et al., 1963) až úhrn sloučenin dosáhl ca 150 (Fadden et al., 1965).

Kombinací plynové chromatografie s hmotnostní spektrofotometrií bylo identifikováno ve vzorku z 25 kg jahod 91 esterů, 6 laktonů, 11 ketonů, 9 aldehydů, 40 alkoholů, 31 kyselin a 24 uhlovodíků (Tressl et al., 1969).

Byly sledovány extrahovatelné látky z jahodových listů (Stoltz et al., 1970), porovnávány těkavé látky lesních jahod s *Fragaria vesca*, *Fragaria moschata* L. s odrůdou 'Revata' (Drawert et al., 1973), zjištěny rozdíly mezi *Fragaria Wilgerrensis* a ostatními *Fragaria*. Aroma *Fragaria Wilgerrensis* se podobá spíše aromatu banánů a meruněk, neboť obsahuje některé terpenické látky (Staudt et al., 1975).

Těkavými kyselinami v jahodách se zabývali Mussinan, Walradt (1975).

Byly studovány i některé vlivy na komplex aroma jahod. Změnami způsobenými odrůdovou rozdílností se zabýval Vereščagin (1974), metodikou extrakce Kozarzewsky et al. (1977), složkami, zachytitelnými *head space* technikou Dirinck et al. (1977), změnami ve složení esterů způsobenými aplikací kyselin a alkoholů Yamashita et al. (1979). Některé z prací uvádějí přítomnost acetalů v komplexu vůně jahod, a považují je za „character impact compounds“, další práce považují za významné složky deriváty 2,5-dimethyl-3-furanonu (Pyysalo et al., 1979).

Komplexy těkavých látek u osmi druhů jahod izolované a analyzované stejnou metodikou studoval Katayama et al. (1968), Pyysalo et al. (1979) porovnávali v komplexu těkavých látek lesních jahod *Fragaria vesca* L. oproti šlechtěným odrůdám.

Obsáhlý rozbor těkavých látek jahod a jejich změn při skladování zmrazených plodů provedl Schreier (1980).

Nejednotnost literárních údajů ve stanovování jednotlivých složek a jejich kvalitativní určení v komplexu vůně je příčinou domněnky, že je možno postihnout odrůdové rozdíly ve složení komplexu vůně relativně jednoduchou metodou i při méně dokonalé separaci všech složek.

## MATERIÁL A METODY

Vzorky odrůd jahod poskytla katedra zahradnictví Vysoké školy zemědělské v Praze ze střediska v Praze 8 - Troji. Vzorky byly odebrány z jednoho místa při jedné sklizni, měly zaručenou odrůdovou skladbu, plody nebyly napadeny chorobami a škůdci.

Rozpouštědla a pomocné látky byly čistoty p. a., pentan i dichlormethan byl destilován přes kolonu, kontrolní odparek o objemu 0,2 ml z 50 ml rozpouštědla nevykázal při plynové chromatografii nečistoty interferující s uvedenými složkami v chromatogramu.

Plynový chromatograf CHROM 41, FID, nosný plyn dusík, kolony o  $\varnothing$  3 mm, délky 2,4 resp. 1,2 m, nosič Chromosorb WAW-DCMS 80 až 100 mesh, zakotvené fáze 80% SF-96, 50% OV 225, a 50%  $\beta$ - $\beta'$ -oxidipropionitrilu (OxiDPN) (1,2 m kolona). Fáze zakotveny manuálně, H v rozmezí 0,8 až 1,1 mm.

Extrakce komplexu těkavých látek: ca 2 kg jahod byly pokrájeny na plátky o síle ca 3 mm a přelity 250 ml extrakční směsí o složení pentan : dichlormetan (2 : 1). Heterogenní směs byla opatrně promíchána a bez přístupu vzduchu ponechána při teplotě 15 °C ve tmě 48 hodin extrakci. Filtrací byly odstraněny tuhé podíly, z filtrátu oddělena organická vrstva a vodný podíl vytřepán dvakrát 50 ml extrakční směsí. Spojené podíly extrakční směsi byly sušeny síranem sodným a přebytek rozpouštědel opatrně oddestilován přes Virgeuxovu kolonu na konečný objem ca 1,5 až 2 ml.

Při zpracování jahod destilací byl vzorek o hmotnosti 1 kg vnesen do dvoulitrové baňky a destilován s vodní parou až se shromáždilo ca 500 ml destilátu. Destilát byl vytřepán 1 X 100 ml a 2 X 50 ml dichlormetanu a dichlormetanová vrstva byla zpracována obdobně jako extrakční směs.

Tenkovrstevná chromatografie byla provedena na deskách Silufol, vyvíjející soustava benzen — chloroform (4 : 1), cyklohexan — amylacetát (1 : 1 nebo 2 : 1). Hydrolyza acetalů: ca 0,3 g koncentráty těkavých složek bylo smícháno s 3 ml dioxanu a 2 ml 6M kyseliny chlorovodíkové. Směs byla zahřívána 3 hodiny pod zpětným chladičem na vodní lázni na teplotu 80 °C. Po ochlazení bylo ke směsi přidáno 10 ml dichlormetanu, organická vrstva oddělena a po usušení síranem sodným vzorek opatrně zahuštěn.

Eliminace karbonylových sloučenin: ca 0,5 g koncentráty těkavých látek bylo rozmícháno ve 30 ml nasyceného roztoku 2,4-dinitrofenylhydrazinu ve 2N kyselině chlorovodíkové a směs zahřívána 8 hodin na vodní lázni pod zpětným chladičem na 80 °C. Po ochlazení byla reakční směs vytřepána třikrát 5 ml dichlormetanu

a organická vrstva zpracována obdobně jako při hydrolyze acetalů. Konečný koncentrát byl odpařen do sucha, odparek rozpuštěn v 1 ml chloroformu a podroben tenkovrstevné chromatografii.

Plynová chromatografie: kolona SF-96, nástřik a detektor 180 °C. Teplotní program: počátek 60 °C, izoterma 2 min., vzestup na 80 °C rychlostí 2°/min., vzestup do 160 °C rychlostí 3°/min., izoterma 160 °C po dobu 15 minut. Počáteční přetlak na koloně 37 kPa,  $t_m$  186 sec.,  $u = 1,29$  cm/sec. Nástřik ca 3  $\mu$ l. Kolona OV-225: nástřik a detektor 200 °C. Teplotní program: počátek 60 °C, prodleva 2 min., vzestup na 80 °C rychlostí 2°/min., vzestup do 200 °C rychlostí 3°/min., izoterma 200 °C po dobu 20 minut. Počáteční přetlak na koloně 15 kPa,  $t_m = 572$  sec.,  $u = 3,42$  cm/sec. Nástřik 3  $\mu$ l; retenční časy v poměru 1 mm = 12 sec.

## KVANTITATIVNÍ ANALÝZA

Plocha píků byla vypočítána ze součinu výška  $\times$  šířka v polovině výšky. Koncentrace jednotlivých složek byla vypočítána ze známého množství cyklohexanolu použitého jako vnitřní standard.

## KVALITATIVNÍ ANALÝZA

Charakteristika řady složek byla provedena pomocí Kováčových indexů. Identita některých složek byla prokázána chromatografií autentických preparátů a porovnáním retenčních časů. Potvrzení identity některých složek bylo provedeno též pomocí tenkovrstevné chromatografie 2,4-dinitrofenylhydrazonů.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Chromatografií vzorků koncentráту těkavých látek na koloně SF-96 bylo prokázáno 43 složek, z nichž některé píky byly nezřetelně štěpeny ve dvě nebo tři složky. Výsledky z této kolony byly použity pro kvantitativní vyhodnocení a ověření identity některých složek. Významně lepšího dělení bylo dosaženo na koloně s fází OV-225, kde se podařilo rozlišit 63 složek nerovnoměrně zastoupených v jednotlivých odrůdách. Na koloně OxiDPN byl prokázán ethanal a ethanol.

## ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK KOMPLEXU TĚKAVÝCH LÁTEK A JEJICH CHARAKTERISTIKA

Z výsledků vyplývá, že štěpení acetalů a eliminace karbonylových sloučenin zasáhly podstatně těkavější podíly komplexu extrahovaných látek. Od píku č. 40 nebylo možno zodpovědně vyhodnotit změnu zastoupení složek. Identifikace, podložená výsledky tenkovrstevné chromatografie 2,4-dinitrofenyl hydrazonů vedla k prokázání identity píků č. 2 jako 2-butanonu, píku č. 5 jako 2-pentanonu, píku č. 15 jako hexanal a píku č. 17 jako metylhexanoátu. Dále byla prokázána přítomnost ethanal, který je při plynové chromatografii překrýván píky zbytků rozpouštědel. Nebyla prokázána identita kteréhokoli píku s metyl-, propyl- a butylestery kyseliny butanové, pentanové a hexanové, které byly k dispozici jako autentické vzorky. Výsledky štěpení acetalů a eliminace karbonylových sloučenin lze shrnout v následující: píky č. 3, 4 a 6 odpovídají velmi pravděpodobně acetalům, píky č. 6, 9 a 20 odpovídají velmi pravděpodobně karbonylovým sloučeninám, které nebyly ani doplňkovými analýzami charakterizovány. Velmi pravděpodobná je domněnka, že píky č. 7, 10, 11, 18 a 25 odpovídají hydroxysloučeninám. Pík č. 32 by mohl náležet karbonylové sloučenině změny u píků č. 34 a 36 se zatím nepodařilo uspokojivě vysvětlit.

I. Zastoupení složek komplexu těkavých látek a jejich charakteristika — The proportions of the components of the complex of volatile substances and their characteristics

| Pik číslo | t <sub>R</sub> (mm) | Kovács. index | Solweta | Puget Beauty | Elista | Bromba | Senga Jurica | Merton Dawn | Hydrolýza acetálů | Abstrakce karbonyl. sloučenin | Látka identifikována |
|-----------|---------------------|---------------|---------|--------------|--------|--------|--------------|-------------|-------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 17,5                | —             | 628     | 634          | 1540   | —      | 992          | 641         |                   |                               |                      |
| 2         | 20,5                | 825,3         | 425     | 548          | 1635   | 2960   | 2264         | 1449        | +                 | ∅                             | 2-butanon            |
| 3         | 22,5                | —             | 240     | —            | 190    | —      | —            | —           | —                 | —                             |                      |
| 4         | 31,0                | —             | 270     | —            | —      | —      | 323          | 181         | —                 | —                             |                      |
| 5         | 34,0                | 933,8         | 7040    | 1919         | 1403   | 842    | 760          | 401         | ×                 | ∅                             | 2-pentanon           |
| 6         | 38,5                | —             | —       | 799          | 799    | 792    | 1631         | 338         | ∅                 | ∅                             |                      |
| 7         | 43,0                | 976,8         | 370     | 1028         | 563    | 157    | 553          | 181         | ++                | ×                             |                      |
| 8         | 48                  | —             | —       | —            | —      | —      | 877          | —           | +                 | —                             |                      |
| 9         | 50                  | —             | 1240    | —            | —      | —      | —            | —           | ×                 | ∅                             |                      |
| 10        | 57                  | 1038,6        | 3850    | 6646         | 8562   | 8677   | 5983         | 2088        | +                 | ×                             |                      |
| 11        | 62                  | 1051,4        | 870     | 1137         | 1161   | 1768   | 2991         | 324         | ×                 | ++                            |                      |
| 12        | 70                  | 1089,7        | 301     | 264          | 351    | —      | 8870         | 71          | ×                 | —                             | isopropyl-butanoát   |
| 13        | 74,5                | —             | —       | —            | —      | 456    | —            | —           |                   |                               |                      |
| 14        | 78                  | —             | —       | —            | —      | —      | —            | 28          |                   |                               |                      |
| 15        | 81,5                | 1133,2        | 317     | 443          | 383    | 842    | 897          | 271         | +                 | ∅                             | 1-hexanal            |
| 16        | 84,6                | —             | 543     | —            | —      | —      | —            | —           |                   |                               |                      |
| 17        | 87,0                | 1152,8        | —       | 596          | 506    | 713    | 1074         | 157         | ×                 | —                             | metylhexanoát        |
| 18        | 89                  | —             | —       | 548          | 416    | 481    | 1129         | —           | +                 | +                             |                      |
| 19        | 92                  | —             | —       | 294          | 470    | —      | —            | —           |                   |                               |                      |
| 20        | 96                  | 1182,1        | 407     | 164          | 308    | 235    | —            | 105         | ×                 | ∅                             |                      |
| 21        | 98                  | —             | —       | —            | —      | 257    | 970          | —           |                   |                               |                      |
| 22        | 103                 | 1204,1        | 3498    | 4900         | 416    | 2496   | 3300         | 718         |                   |                               |                      |
| 23        | 111                 | —             | —       | —            | 500    | 278    | —            | —           |                   |                               |                      |
| 24        | 115                 | 1249,6        | 1146    | 603          | 676    | 396    | 797          | 150         | ×                 | ∅                             |                      |
| 25        | 118                 | —             | 804     | —            | 978    | —      | —            | 813         |                   |                               |                      |
| 26        | 122                 | 1273,9        | 413     | 822          | 312    | 874    | 1763         | 121         |                   |                               |                      |
| 27        | 128                 | —             | —       | 292          | —      | 407    | 1369         | —           |                   |                               |                      |
| 28        | 135                 | —             | 501     | —            | 538    | 642    | —            | 125         |                   |                               |                      |
| 29        | 136,5               | 1329,9        | 1126,5  | 520          | 741    | 492    | 286          | 445         | ×                 | ×                             | benzylalkohol        |
| 30        | 142                 | 1350,3        | 1571    | 786          | 855    | 1369   | 863          | 499         |                   |                               |                      |





II. Obsah těkavých látek ve sledovaných odrůdách jahod stanovený na dvou kolonách — The content of volatile substances in the studied strawberry cultivars, as determined on two columns

| Odrůda       | Kolona SF-96<br>v mg/kg | Kolona OV-225<br>v mg/kg |
|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Solweta      | 34,72                   | 33,6                     |
| Puget Beauty | 38,34                   | 38,8                     |
| Elista       | 46,83                   | 44,5                     |
| Bromba       | 62,14                   | 58,8                     |
| Senga Jurica | 104,71                  | 118,9                    |
| Merton Dawn  | 129,21                  | 176,4                    |

Kysele katalyzovanou hydrolýzou vzorků jsme sledovali ovlivnění obsahu acetalů a poloacetalů.

Předpokládaný nárůst relativní plochy píků, odpovídajících původně v acetalech vázaným hydrosloučeninám a karbonylovým sloučeninám a předpokládané zmenšení relativní plochy píků, odpovídajících acetalům (nejdou vyloučeny ani estery) byl registrován pomocí plochy dvojice píků č. 24 a 25. Jejich vzájemný poměr se při opakované hydrolýze neměnil v rámci dosažitelné přesnosti měření. Výsledky, vypočítané z plochy, vnitřního standardu, byly nepoužitelné, neboť vykázaly vzrůst obsahu všech složek vyjma těch, které vymizely. Došlo tudíž při hydrolýze acetalů k reakci cyklohexanolu s reakčním prostředím.

Při eliminaci karbonylových sloučenin reakcí s roztokem 2,4-dinitrofenylhydrazinu byl předpokládán podstatně snížený obsah složek odpovídajících karbonylovým sloučeninám, resp. jejich acetalům. Výsledky byly vypočítány na základě známého obsahu vnitřního standardu a mohou být zatíženy chybou vycházející ze změny jeho koncentrace v průběhu reakce. Za závažné je lze považovat pouze tam, kde došlo k vymizení látky nebo velmi podstatnému snížení jejího relativního zastoupení.

Obsah těkavých látek ve sledovaných odrůdách jahod stanovený na dvou kolonách je uveden v tab. II.

#### OBSAH TĚKAVÝCH LÁTEK VE SLEDOVANÝCH ODRŮDÁCH JAHOD STANOVENÝ NA DVOU KOLONÁCH

Uvedené výsledky ilustrují, jak nesnadná je korelace objektivně zjištěných údajů s organoleptickým hodnocením. Výsledky stanovení jsou silně ovlivněny metodickým postupem. Lze to dokumentovat na použití dvou rozdílných extrakčních soustav. Zatímco Pyysalo et al. (1979) stanovili ca 10 mg těkavých látek v kg čerstvých jahod, námi nalezené údaje jsou až desetkrát vyšší. Shoda obsahu těkavých složek na dvou analytických systémech je podporou našeho tvrzení, že extrakce plodů jahod dichlormetanem poskytuje správnější údaje než postup vylisování šťávy a její extrakce soustavou dietyleter-pentan Pyysalo et al. (1979).

Ve srovnání s organoleptickým hodnocením jsou v plné shodě údaje získané analýzou odrůd 'Merton Dawn' a 'Senga Jurica' (vysoce aromatické), 'Bromby' (středně aromatické), 'Elesty' a 'Puget Beauty' (jen aro-

matické] a nesouhlasí údaje odrůdy 'Solweta' (velmi aromatická). Souvisí to s neujasněným zastoupením jednotlivých látek v komplexu „character impact compounds“, kde byly popisovány poloacetal a zejména deriváty 3-furanonu (Pyysalo et al., 1979; Sundt, 1970) jako významní zástupci. Je třeba vzít v úvahu i pachový práh (odor threshold) jednotlivých látek, který není u všech významně zastoupených sloučenin dosud znám a pohybuje se u doposud stanovených hodnot v rozmezí dvou řádů. Ani možné přehodnocení obsahu složek pomocí převrácené hodnoty pachového prahu — stanovení „pachové funkce“ složek není adekvátní receptorickému vyhodnocení komplexu těkavých látek.

Z tohoto hlediska je možné považovat souhlas stanovení těkavých látek s organoleptickým působením u jednotlivých odrůd jahod za nikoliv náhodný, ale dosud málo průkazný. Obecnou platnost je nutno ověřit studiem širšího sortimentu.

Použitá pracovní metodika charakteristiky a identifikace složek komplexu těkavých látek je obtížná a pracná. Pozitivní je zjištění, že „chromatografické spektrum“ komplexu těkavých látek jahod je silně odrůdově závislé a po eliminaci ekologických faktorů se může přiřadit k objektivizujícím kritériím pro hodnocení odrůd jahod.

Předpokládá to přesné dodržování optimální metodiky izolace těkavých látek a mnohem širší soubor rozborů v průběhu několika sklizní, což spolu s eliminací vedlejších vlivů jistě povede k pozitivním výsledkům s plnou reprodukovatelností.

## Literatura

- AHMED, E. M. — SCOTT, L. E.: Gas Liquid Chromatographic Studies with Strawberries. Proc. Amer. Hort. Sci., 82, 1963, s. 299-310.
- COPPENS, A. — HOEJENBOS, L.: Volatile Constituents of Raspberry Juice and Strawberry Juice. Rec. Trav. Chim. de Pays Bas — Belge, 58, 1939, s. 675-683.
- DIMMICK, K. P. — CORSE, J.: The Volatile Flavors of Strawberry. Am. Perfum. Aromat., 71, 1958, č. 2, s. 45-53. Chem. Abstr., 52, 6661f.
- DIRINCK, P. — SCHREYEN, L. — SHAMP, N. — VAN WASSENHOVE, F.: Applications of Head Space Techniques in Analysis of Volatile Components of Strawberries. J. Sci. Fd Agric., 27, 1977, s. 499-508.
- DRAWERT, F. — TRESSL, R. — STAUDT, G. — KOEPLER, H.: Gas-Chromatographisches Identifikation der Verschiedenheiten der Himbeeraromakomplexes. Z. Naturforsch. C., 28, 1973, s. 488-493.
- DRAWERT, F. — HEIMANN, W. — EMBERGER, R. — TRESSL, R.: Biogenesis of Aromatics in Plant and Fruits. Z. Naturforsch., Teil C., 1973, s. 493-502.
- KATAYAMA, O. — WATANABE, A. — YAMATO, I.: Aroma Compounds of Fruit and Vegetables II. Volatile Components of Strawberry. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 17, 1968, s. 26-28.
- KOVACS, A. S. — WOLF, H. O.: Effect of Processing on Aroma of Fruit and Vegetables. Ind. Obst. Gemuese Verwert., 40, 1964, s. 531-537.
- KOZARZEWSKI, J. — HORUBALA, A. — KLEPACKA, M.: Effect of Some Technological and Extraction Processes on the Level of Volatile Odoriferous Compounds in Strawberries. Zesz. Nauk Szk. Gł. Gospod. Wiejsk., 11, 1977, s. 153-163.
- McFADDEN, W. H. — TERANISHI, R.: Fast Scan Mass Spectrometry with Capillary Gas Liquid Chromatography in Investigation of Fruit Volatiles. Nature, 200, 1963, s. 329-330.
- McFADDEN, W. H. — TERANISHI, R. — GROSE, J. — BLACK, D. R. — MON, T. R.: Volatiles from Strawberries. II. Combined Mass Spectrometry and Gas Chromatography on Complex Mixtures. J. Chromatog., 18, 1965, s. 10-19.
- MUSSINAN, C. J. — WALRADT, J. P.: Organic Acids from Fresh California Strawberries. J. Agric. Fd Chem., 23, 1975, s. 482-486.
- POPOVSKIJ, W. G. — MAMAKOVA, Z. A. — SOBOLEVA, J. N.: Instrumental and Sensory Studies of Aroma of Pulpy Juice Strawberries. Konserv. Ovoshch. Prom., 4, 1973, s. 35-37.

- PYYSALO, T. — HONKANEN, E. — HIRVI, T.: Volatiles of Wild Strawberries, *Fragaria vesca* L., Compared to Those of Cultivated Berries, *Fragaria* X *ananassa* cv. Senga Sengana. J. Agric. Fd Chem., 27, 1979, s. 19-22.
- SCHREIER, P.: Quantitative Composition of Volatile Constituents in Cultivated Strawberries, *Fragaria ananassa* cv. Senga Sengana, Senga Litessa and Senga Gourmella. J. Agric. Fd Chem., 31, 1980, s. 487-494.
- STAUDT, G. — DRAWERT, F. — TRESSL, R.: Gas Chromatographische und Mass-spektroskopische Differenzen zwischen Aromasubstanzen verschiedener Himbeersorten. Z. Pfl. Zücht., 75, 1975, s. 36-43.
- STOLTZ, L. P. — KEMP, T. R. — SMITH, W. O. — CHAPLIN, C. E.: 1,2-dihydro-1,1,6-trimethylnaphthalene from Strawberry Oil. Phytochemistry, 9, 1970, s. 1157-1164.
- TERANISHI, R. — CORSE, J. W. — Mc FADDEN, W. H. — BLACK, D. R. — MORGAN, A.: Determination of Volatiles from Strawberries by Gas-Chromatography-Mass-Spectrometry. J. Fd Sci., 24, 1963, s. 478-486.
- TESKE, H.: Volatile Aromatic Material in Raw Fruit. Nahrung, 6, 1962, s. 100-114.
- VEREŠCAGIN, P. V.: Essential Oils of Strawberries and their Effect on the Aroma. Prikl. Biochem. Microbiol., 10, 1974, s. 163-169.
- WILHALM, B. — PALLUY, E. — WINTER, M.: Sur l'arome des fraiches Identification des acides volatiles et de quelque autres composes. Helv. Chim. Acta, 49, 1966, s. 65-72.
- WINTER, M. — PALLUY, E. — HINDER, M. — WILHALM, B.: Flavors. IV. Method for Separating Volatile Flavor Constituents from Strawberries and Raspberries. Helv. Chim. Acta, 47, 1964 s. 1220-1227.
- WINTER, M. — WILHALM, B.: Sur l'arome des fraiches fraiches. Analyses des composes carbonyles esters et alcool volatiles. Helv. Chim. Acta, 47, 1964, s. 1215-1220.
- YAMASHITA, I. — IINO, K. — YOSHIKAWA, S.: Flavor Development in Strawberries. Substrate Specificity in Biosynthesis of Volatile Esters in Strawberry. Fruit. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, 26, 1979, s. 256-259.

Došlo dne 12. 5. 1981

ЯНКОВСКИЙ, М. — ШУБРТОВА, Д. — ГУБАЧЕК, Я. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): К вопросу объективизации органолептической оценки земляники. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1131-1138.

Проверялся метод определения летучих веществ при помощи газовой хроматографии. Шесть сортов садовой земляники оценивались на содержание летучих веществ, которое у них находится в хорошей корреляции с органолептической оценкой. С помощью индексов Ковача, гидролиза ацеталей и тонкослойной хроматографии 2,4-динитрофенилгидразонов некоторые компоненты из комплекса летучих веществ были идентифицированы или только характеризованы. Было доказано, что замещение отдельных компонентов в комплексе летучих веществ земляники зависит от сортов, что может служить при объективизации оценки отдельных сортов.

земляника; экстрагирование; летучие вещества; газовая хроматография; сортовая зависимость; органолептическая оценка

JANKOVSKÝ, M. — ŠUBRTOVÁ, D. — HUBÁČEK, J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): A Contribution to the Objectivization of the Organoleptic Evaluation of Strawberries. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1131-1138.

The method of the determination of volatile substances by means of gas chromatography was tested. Six cultivars of garden strawberries were evaluated according to the content of volatile substances which was in good correlation with organoleptic testing in these fruits. Some components of the complex of volatile substances were identified or only characterized on the basis of the Kovács indices, hydrolysis of acetals, and thin-layer chromatography of 2,4-dinitrophenylhydrazones. As determined, the proportions of the components of the complex of volatile substances in strawberries depend on cultivars and can serve for the objectivization of cultivar evaluation.

strawberries; extraction; volatile substances; gas chromatography; varietal dependence; organoleptic evaluation

Adresa autorů:

Doc. ing. Miroslav Jankovský, CSc., ing. Danuše Šubrtová, CSc., prof. ing. Jaromír Hubáček, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

# STANOVENÍ OBSAHU CUKRŮ A BÍLKOVINNÉHO DUSÍKU Z JEDNÉ NAVÁŽKY SUŠINY ROSTLIN

H. Klusák

---

KLUSÁK, H. (Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Stanovení obsahu cukrů a bílkovinného dusíku z jedné navážky sušiny rostlin*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1139-1142.

V pokusech s obilovinami bylo prokázáno, že etylalkoholových extraktů (85% ethanol) ze sušiny rostlin připravené při 80 °C lze úspěšně využít ke stanovení obsahu celkových cukrů kolorimetrickou metodou fenol-kyselina sírová. Ve zbytku vyextrahované sušiny je možné po dalším promytí 70% a 96% ethanolem stanovit N metodou Kjeldahlovou, čímž se ve skutečnosti stanoví obsah bílkovinného dusíku. Sušina vzorků se uchovává v exsikátoru.

obiloviny; sušina; ethanolové extrakty; celkové cukry; kolorimetrická metoda; bílkovinný dusík; Kjeldahlova metoda

---

V laboratoři jsme ke stanovení obsahu cukrů dosud používali etylalkoholových extraktů ze svěžího rostlinného materiálu (Klusák, 1977), zatímco ke stanovení bílkovinného dusíku sušinu rostlin předem „promytou“ 0,5% kyselinou octovou (Gaines, 1977). Ve snaze zjednodušit tyto analytické postupy byla ověřována vhodnost sušiny ke stanovení obsahu cukrů a využití zbytku sušiny po extrakci cukrů ke stanovení bílkovinného dusíku.

## MATERIÁL A METODY

Byly analyzovány vzorky rostlin ozimé pšenice, žita a ozimého ječmene z polních pokusů a rostlin jarního ječmene pěstovaných v klimatizované komoře. Po odběru byly vzorky rostlin rozděleny na dvě části. První část sloužila ke stanovení cukrů ze svěžího materiálu (Klusák, 1977). Z druhé části rostlin byla připravena sušina při 80 °C a tkáň byla potom rozemleta v mlýnku na jemné částice. Ke stanovení bylo navážováno vždy 200 mg sušiny. Sušina byla vpravena do kádinek, přidáno 15 ml 85% etanolu a extrakce probíhala za laboratorní teploty asi 20 hodin. Před extrakcí byly tyto vzorky (sušina + etanol) zpracovány následovně: a) uvedením do varu, b) 1 hodinu předem přidáno k samotné sušině 1,8 ml vody a potom 15 ml „studeného“ nebo horkého 85% etanolu, c) bez předcházejícího zpracování. Extrakt byl potom kvantitativně přefiltrován přes papírový filtr, zbytek na filtru promyt dalším podílem 85% etanolu a doplněn do konečného objemu 25 ml a alikvot extraktu použit ke stanovení cukrů kolorimetrickou metodou fenol-kyselina sírová (Klusák, 1977). Zbytek sušiny na filtru byl za účelem kvantitativního odstranění nebílkovinného dusíku dále promýván 4X 70% etanolem a 1X 96% etanolem (Peškova a Chavkin, 1980) vysušen a včetně filtračního papíru podroben mineralizaci s kyselinou sírovou a selenovým katalyzátorem. Paralelně byly mineralizovány i samostatné vzorky sušiny považené a promyté v 0,5% kyselině octové (Gaines, 1977). V mineralizátu byl stanoven obsah bílkovinného dusíku



I. Srovnávací hodnoty stanovení obsahu cukrů ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  sušina) ve svěžím materiálu a v sušině obilovin (odběr z polních pokusů 26. 11. 1980, nadzemní část rostlin) — The comparative values of the determination of sugar content ( $\text{mg/g}$  dry matter) in the fresh and dry matter of cereals (samples from field trials, November 26, 1980, aboveground parts of plants)

| Druh obilovin | Odrůda     | Svěží hmota                                         | Sušina                                                               |                                           |       |
|---------------|------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
|               |            |                                                     | způsob zpracování před extrakcí 85% ethanolem za laboratorní teploty |                                           |       |
|               |            | povařena 3 min. v 85% ethanolu extrahována při 5 °C | povařena 3 min. v 85% ethanolu                                       | přidáno 1,8 ml vody 1 h před extrahováním | —     |
| Ozimá pšenice | Mironovská | 204,4                                               | 222,0                                                                | 229,0                                     | 170,0 |
|               | Sava       | 110,4                                               | 118,0                                                                | 144,0                                     | 106,0 |
|               | Vala       | 196,5                                               | 172,0                                                                | 208,0                                     | 174,0 |
| Ozimý ječmen  | Erfa       | 143,0                                               | 158,0                                                                | 158,0                                     | 132,0 |
| Žito          | Čulpan     | 270,8                                               | 297,0                                                                | 282,0                                     | 226,0 |

klasickou metodou podle Kjeldahla. Výsledky jsou udány v mg cukrů (glukózový ekvivalent) nebo v mg bílkovinného N v 1 g sušiny a představují aritmetické průměry ze dvou paralelních stanovení a dvou až třech opakování.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Na základě srovnávacích pokusů jsme došli k závěru, že hodnoty obsahu cukrů ve vzorcích pšenice, ječmene a žita získané analýzou svěžího rostlinného materiálu jsou velmi blízké hodnotám získaným analýzou sušiny těchto rostlin (tab. I a II). Přitom ze sledovaných způsobů přípravy extraktů ze sušiny se jako nejvhodnější projevovalo počáteční krátkodobé povaření sušiny v etanolu s následnou extrakcí za laboratorní teploty. Dobré výsledky poskytly i způsob, kdy 1 hodinu před zahájením extrakce etanolem za laboratorní teploty bylo k navážce sušiny přidáno asi devítinásobné množství vody (200 mg sušiny + 1,8 ml vody). Méně vhodná se ukázala extrakce jen samotným „studeným“ etanolem.

Sušinu rostlin *Sorghum* připravenou při 80 °C využili ke stanovení cukrů také Newton et al. [1980]. Vzorky extrahovali horkým 85% etanolem. Viana a Metivier [1980] sledovali zase vliv sušení na obsah celkových cukrů v listech rodu *Stevia*. Zjistili, že sušení nemělo vliv na obsah celkových cukrů v usušených listech uchovávaných v exsikátoru. Využití etylalkoholu v 50 až 90% koncentraci a teplotě 80 °C doporučil k extrakci cukrů také Hartman [1981]. Současně upozornil na rychlou inaktivaci enzymů při přípravě sušiny, čímž lze omezit ztráty v obsahu cukrů. Rovněž naše výsledky získané u obilovin jsou v soulase s těmito závěry.

V další části práce byla sledována možnost využití zbytků sušiny po extrakci cukrů etanolem ke stanovení bílkovinného dusíku. Podle zku-

II. Srovnávací hodnoty stanovení obsahu cukrů a bílkovinného dusíku z jedné navážky sušiny (rostliny pěstovány v klimatizované komoře, růstová fáze podle Feeke-se 9, nadzemní část) — The comparative values of the determination of sugar and protein nitrogen content from a single weighted amount of dry matter (plants grown in an air-conditioned chamber, 9th growth phase after Feekes, aboveground parts)

| Jarní<br>ječmen | Cukry (mg.g <sup>-1</sup> sušina)                             |                                                                         |                                       |                                   | Bílkovinný N (mg.g <sup>-1</sup> sušina)        |                                     |                                        |                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
|                 | svěží<br>hmota                                                | sušina (způsob zpracování<br>před extr. 85% ethanolem za<br>lab. tepl.) |                                       |                                   | sušina (způsob zpracování – varianty)           |                                     |                                        |                                    |
|                 | povařena<br>3 min.<br>v 85%<br>ethanolu;<br>extr.<br>při 5 °C | povařena<br>3 min.<br>v 85%<br>ethanolu                                 | + voda<br>„studený“<br>85%<br>ethanol | + voda<br>horký<br>85%<br>ethanol | extraho-<br>vána<br>0,5%<br>kyselinu<br>octovou | povařena<br>v 85%<br>ethanolu       | + voda,<br>„studený“<br>85%<br>ethanol | + voda,<br>horký<br>85%<br>ethanol |
|                 |                                                               |                                                                         |                                       |                                   |                                                 | 4 × 70% ethanol;<br>1 × 96% ethanol |                                        |                                    |
| Spartan         | 129,9                                                         | 126,0                                                                   | 128,0                                 | 112,5                             | 32,5                                            | 32,9                                | 32,2                                   | 32,8                               |
| Hiproly         | 139,8                                                         | 136,0                                                                   | 134,5                                 | 136,5                             | 30,2                                            | 31,1                                | 30,0                                   | 29,1                               |
| KM 1952         | 83,6                                                          | 91,5                                                                    | 87,5                                  | 98,0                              | 32,9                                            | 32,6                                | 33,0                                   | 33,2                               |

šeností Peškové a Chavkina (1980) jsme sušinu dále promyli 70% a 96% etanolem a podrobili analýze na obsah dusíku. Současně jsme stanovili dusík v samostatných vzorcích sušiny, z nichž byl nebílkovinný dusík vyextrahován kyselinou octovou jak uvádí Gaines (1977). Výsledky uvedené v tab. II potvrdily, že v získaných hodnotách obsahu bílkovinného dusíku není mezi oběma postupy podstatnější rozdíl.

Na závěr můžeme konstatovat, že postup využívající ke stanovení cukrů sušiny místo původně užívaného svěžetího materiálu se ukázal výhodnější, protože není nutné zpracovávat materiál v den odběru. Lze tím rovněž racionálněji využít pracovní kapacity laboratoře a vzorky k analýze je možné zasílat i ze vzdálenějších pracovišť. Zbytek sušiny po extrakci cukrů může posloužit ke stanovení bílkovinného dusíku.

## Literatura

- GAINES, T. P.: Determination of protein nitrogen in plants. *Journal of the AOAC*, 60, 1977, s. 590-593.
- HARTMAN, M.: Stanovení lehce rozpustných cukrů plynovou chromatografií v rostlinných materiálech. *Rostl. Výroba*, 27, 1981, č. 2, s. 191-199.
- KLUSÁK, H.: Kolorimetrické stanovení obsahu cukrů v obilovinách. *Rostl. Výroba*, 23, 1977, č. 4, s. 401-404.
- NEWTON, R. J. — BALTUSKONIS, D. A. — GOESCHL, J. D. — MECKENSTOCK, D. H. — MILLER, F. R.: Distribution and transformation of soluble carbohydrates during germination growth of *Sorghum*. *Crop Sci.*, 20, 1980, s. 265-268.
- PEŠKOVÁ, A. A. — CHAVKIN, E. E.: Aktivnost nitratoreduktazy i asimilacija nitratov v svyazi so skorostju rosta prorostkov kukuruzy. *Fiziol. Rast.*, 27, 1980, s. 1032-1039.

КЛУСАК, Г. (Научно-исследовательский и селекционный институт зерновых культур, Кромержиж): Определение содержания сахаров и белкового азота с одной навески сухого вещества растений. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1139-1142.

В опытах с зерновыми было доказано, что этаноловые экстракты (85 % этанол) из приготовленного при 80 °C сухого вещества растений можно успешно использовать для определения содержания общих сахаров колориметрическим методом фенол-серная кислота. В остатке экстрагированного сухого вещества после тщательной промывки 70 % и 96 % этанолом можно еще определить азот при помощи метода Кельдаля, чем по существу определяется содержание белкового азота. Сухое вещество проб хранится в эксикаторе.

зерновые; сухое вещество; этаноловые экстракты; общие сахара; колориметрический метод; белковый азот; метод Кельдаля

KLUSÁK, H. (Cereal Research and Breeding Institute, Kroměříž): *Determination of the Content of Sugars and Protein Nitrogen in a Single Batch of Plant Dry Matter*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1139-1142.

It has been demonstrated in trials with cereals that ethyl alcohol extracts (85 % ethanol) from plant dry matter obtained at 80 °C can be used with success for the determination of the total sugar content by the phenol — sulphuric acid colorimetric method. After further washing with 70% and 96% ethanol, nitrogen can be determined in the residue of extracted dry matter by the Kjeldahl method; this in fact is the determination of the content of protein nitrogen. The dry matter of the samples is kept in exsiccator.

cereals; dry matter; ethanol extracts; total sugars; colorimetric method; protein nitrogen; Kjeldahl method

KLUSÁK, H. (Forschungs- und Züchtungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž): *Bestimmung des Gehaltes an Zucker und Eiweißstickstoff aus einer Einwaage von Trockensubstanz der Pflanzen*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1139-1142.

In Versuchen mit Getreidearten wurde nachgewiesen, daß man Äthylalkoholextrakte (85%iges Äthanol) aus der Trockensubstanz der Pflanzen (vorbereitet bei 80 °C) zur Bestimmung des Gehaltes an Gesamtzucker durch die kolorimetrische Methode mit der Anwendung von Phenol und Schwefelsäure erfolgreich anwenden kann. Im Rest der extrahierten Trockensubstanz kann man nach einem weiteren Auswaschen mit 70%igem und 96%igem Äthanol N durch die Kjeldahl-Methode bestimmen, wobei man faktisch den Gehalt an Eiweißstickstoff festlegt. Die Trockensubstanz der Proben wird im Exsikkator aufbewahrt.

Getreidearten; Trockensubstanz; Äthanol-extrakte; Gesamtzucker; kolorimetrische Methode; Eiweißstickstoff; Kjeldahl-Methode

Adresa autora:

RNDr. Hynek Klusák, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Havlíčková 2787, 767 41 Kroměříž

# OBSAH MĚDI, ZINKU, MANGANU, MOLYBDENU A BÓRU V HLAVNÍCH ODRŮDÁCH OZIMÉ PŠENICE

F. Zelený, J. Neuberg, L. Chval, F. Pátý

---

ZELENÝ, F. — NEUBERG, J. — CHVAL, L. — PÁTÝ, F. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně; Ústřední a kontrolní ústav zemědělský, Staňkov): *Obsah mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v hlavních odrůdách ozimé pšenice*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1143-1152.

Po dobu pěti let byl v odrůdových pokusech sledován obsah mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v nadzemních částech ozimé pšenice. Všechny odrůdy byly ošetřovány a hnojeny jednotně podle metodik ÚKZÚZ. Přírozená zásoba stopových prvků v půdě byla střední až vysoká. V žádném z pěti po sobě následujících ročníků se odrůdy 'Mironovská', 'Kaštická osinatka', 'Jubilar', 'Zora' a 'Kavkaz' nelišily obsahem mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v sušině nadzemních částí rostlin. Jejich zastoupení v sušině klesalo ve všech ročnících v pořadí  $Mn > Zn > Cu > B > Mo$ . Všechny odrůdy pšenice se však významně lišily obsahem těchto živin v jednotlivých ročnících. Nejvíce, a to i více než o 100 %, kolísal v rostlinách obsah mědi, zinku a manganu. Během vegetace byly největší rozdíly v obsahu těchto prvků zjištěny v době na začátku metání. Pro praktické účely z výsledků vyplývá, že při používání vysokých dávek základních živin se může za určitých povětrnostních podmínek vyskytnout u ozimé pšenice během vegetace nedostatek některých stopových prvků a to i na půdách bohatých na tyto živiny.

ozimá pšenice; odrůdy; měď; zinek; mangan; molybden; bór; obsah v rostlinách; obsah v půdě

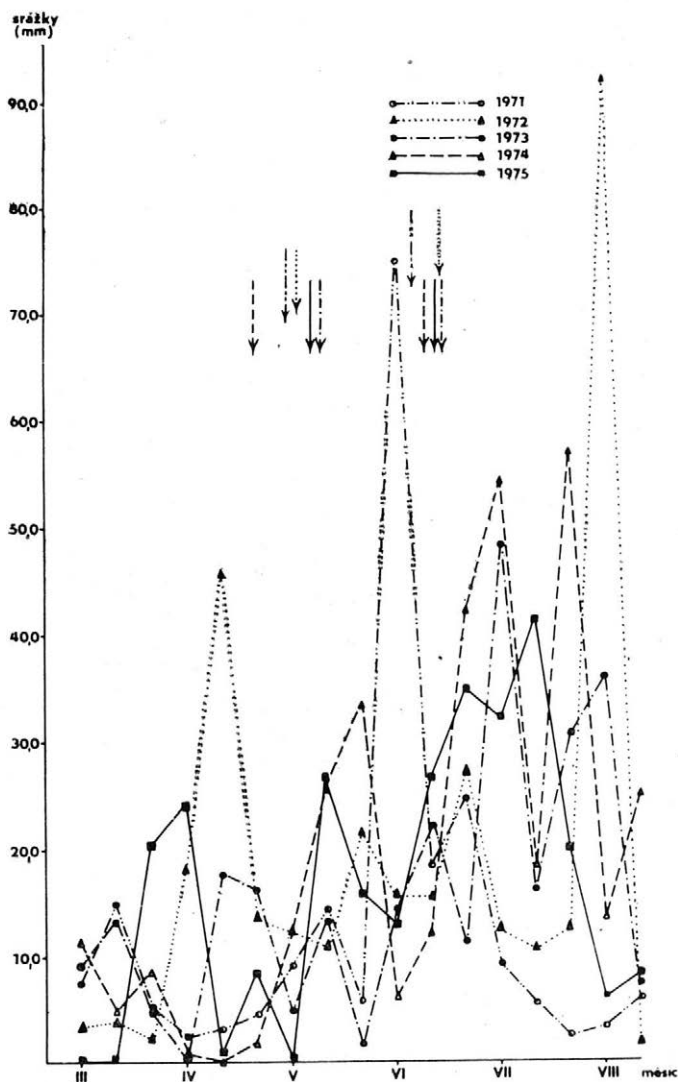
---

Obsah stopových prvků v rostlinách je ovlivněn celou řadou faktorů. Vedle vnějších faktorů, jako je např. přístupný obsah stopových prvků v půdě, hnojení, pH půdy, synergické a antagonistické vztahy při příjmu živin, obsah humusu v půdě, povětrnostní podmínky, agrotechnická opatření, ovlivňuje jejich obsah v rostlinách i samotný druh, vývojová a růstová fáze rostliny a také odrůda (Lucas, Knezek, 1972; Vielmeyer, 1976).

Úkolem této práce bylo zjistit rozdíly v obsahu Cu, Zn, Mn, Mo a B v nadzemních částech hlavních odrůd ozimé pšenice pěstovaných v několika po sobě následujících ročnících na půdě s dobrou až vysokou zásobou těchto živin.

## MATERIÁL A METODY

Půdní a rostlinné vzorky k analytickému zpracování byly získány z polních odrůdových pokusů Ústředního zkušebního a kontrolního ústavu zemědělského ze stanice Staňkov, okres Domažlice. V pokusech s ozimou pšenicí založených v letech 1970 až 1975 byly sledovány odrůdy 'Mironovská', 'Zora', 'Jubilar', 'Kaštická osinatka' a po jejím restringování odrůda 'Kavkaz'.



1. Průměrné srážky za dekády od 1. III. do 10. VIII. s vyznačením zač. sloupkování a metání — Average precipitation for the decades from March 1 to August 10 with the indication of the onset of shooting and earing

I. Obsah základních živin v půdě před založením pokusů ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) — The content of basic nutrients in soil prior to the trials ( $\text{mg}/\text{kg}$ )

| Rok | 1970  | 1971  | 1972  | 1973  | 1974  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| P   | 42,0  | 66,6  | 72,0  | 66,1  | 57,9  |
| K   | 111,5 | 171,3 | 234,5 | 215,6 | 164,5 |
| Mg  | 118,0 | 66,8  | 128,8 | 151,3 | 154,3 |

#### ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA POZEMKŮ A POVĚTRNOSTNÍCH PODMÍNEK

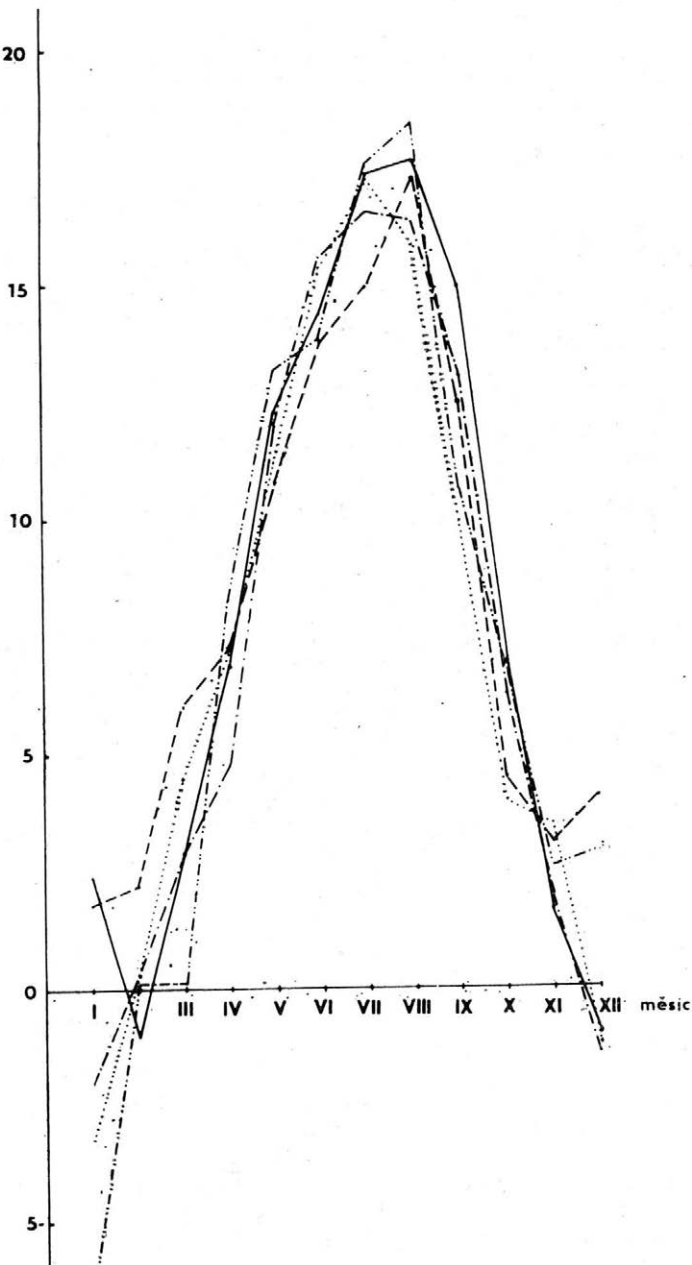
Pozemky odrůdové zkušebny leží v bramborářsko-pšeničné výrobní oblasti v průměrné nadmořské výšce 370 m. Půdy jsou hnědozemního typu, hlinité. Hloubka ornice dosahuje mocnosti 25 cm a hloubka spodiny kolem 50 cm. Všechny po-



teplota  
(°C)

## 2. Průměrné měsíční teploty — The average monthly temperatures

— · — · — · — · — 1971  
····· 1972  
- - - - - 1973  
- - - - - 1974  
————— 1975



zemky jsou v důsledku dlouhodobého pravidelného používání průmyslových hnojiv dobře zásobeny živinami (tab. I). Průměrné srážky za dekády od března do začátku sklizně s vyznačením doby začátku sloupkování a metání jsou zakresleny na obr. 1. Na obr. 2 jsou vyznačeny průměrné měsíční teploty během celého období sledování.

## VELIKOST POKUSŮ

Pokusy byly postupně zakládány na honech číslo VI, VIII, V, IV a III. Velikost sklizňové parcelky byla 12,0 × 1,25 m. Každá varianta byla 4X opakována. Hnojená parcelka včetně ochrany měřila minimálně 18,75 m<sup>2</sup> (15,0 × 1,25). Všechna

agrotechnická opatření v pokusech, včetně hnojení základními živinami, byla prováděna jednotně podle metodik ÚKZÚZ pro odrůdové zkušební. Hnojiva se stopovými prvky nebyla v pokusech v žádném roce použita.

## ODBĚRY VZORKŮ ROSTLIN A PŮD

K analytickému zpracování byly odebírány rostliny ze zadní ochrany odrůdového pokusu a to celá jejich nadzemní část. První odběr byl proveden v 6. fázi podle Feekese na začátku sloupkování. Druhý odběr rostlin se uskutečnil v 10.1 fázi podle Feekese na začátku metání. Po odběru byly rostliny zváženy, opláchnuty ve vodě a sušeny při 60 °C. Po usušení byla hmota rostlin opět zvážena a jemně rozemleta. Vzorky půd byly odebírány z hloubky do 20 cm a to ze stejných míst a ve stejné době jako rostliny.

## ROZBORY PŮDY A ROSTLIN

Obsah stopových prvků v půdě byl stanoven v laboratořích ÚKZÚZ podle metodik Kalaše et al. (1970), kromě prvního roku sledování, kdy se metodicky postupovalo podle Kšíra (1969).

Princip stanovení stopových prvků podle Kalaše et al. (1970): 50 g jemnozeme se přeleje 250 ml 1N HCl a třepe 60 minut. Obsah mědi, zinku a manganu ve výluhu se stanoví atomovou absorpční spektrometrií. Obsah molybdenu kolorimetricky rodaninem a obsah bóru 1,1-diantrimidem.

Princip stanovení stopových prvků podle Kšíra (1969): 100 g jemnozeme se přelije 500 ml 1N HCl a třepe 30 minut. Obsah mědi, manganu, molybdenu a bóru ve výluhu se stanoví fotometricky a obsah zinku polarograficky.

Při stanovení Cu, Zn a Mn v rostlinách se postupovalo podle Kšíra (1969). Po spálení vzorku a převedení do roztoku se obsah mědi stanovil fotometricky po vyvolání žlutohnědého komplexu mědi přípravkem dikupralu a obsah manganu po oxidaci  $Mn^{2+}$  jodistanem draselným na fialový iont  $MnO_4^-$ . Obsah zinku se stanovil polarograficky v prostředí chloridu amonného a amoniaku. Od roku 1973 bylo koncové stanovení Cu, Zn a Mn prováděno na AAS.

Obsah molybdenu a bóru v rostlinách byl stanoven po jejich spálení a homogenizaci popele se ZnS pomocí mřížkového spektrografu PGS-2 v Ústavu nerostných surovin v Kutné Hoře (Litomyský, 1972).

## VÝSLEDKY

### OBSAH STOPOVÝCH PRVKŮ V PŮDĚ

Před založením pokusů byla zásoba stopových prvků v půdě, kromě bóru, podle kritérií Repky et al. (1977) ve všech letech minimálně střední. Ve všech ročnících byly půdy nejbohatší na zinek (tab. II). Poněkud nižší obsah většího stopových prvků v půdě v prvním roce sledování odpovídá odlišné metodě jejich stanovení (Kšír, 1969).

Přestože obsahy stopových prvků v půdě v době odběrů rostlin kolísaly (tab. II), celkově odpovídaly hodnotám nalezeným v půdě v době před založením pokusů. Výjimkou byl pouze obsah zinku v roce 1974, který byl v průběhu vegetace vyšší a podle kritérií Repky et al. (1977) odpovídal velmi vysoké zásobě.

### OBSAH STOPOVÝCH PRVKŮ V ODRŮDÁCH OZIMÉ PŠENICE

Jak na začátku sloupkování, tak na začátku metání nebyly mezi odrůdami ozimé pšenice 'Mironovská', 'Jubilar', 'Zora', 'Kaštická osinatka' a 'Kavkaz' prokázány statisticky významné rozdíly v obsahu mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v sušině nadzemních částí rostlin. Sledované odrůdy pšenice se však významně lišily obsahem těchto stopových prvků v jednotlivých ročnících (tab. III).

II. Průměrný obsah stopových prvků v půdě (mg.kg<sup>-1</sup>) — The average content of trace elements in soil (mg/kg)

| Odběr                 | Rok  | Cu    | Zn    | Mn    | Mo    | B    |
|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| Před založením pokusu | 1970 | 5,70  | 12,40 | 196,0 | 0,075 | 2,14 |
|                       | 1971 | 6,70  | 16,40 | 282,4 | 0,058 | 1,12 |
|                       | 1972 | 8,10  | 19,60 | 240,5 | 0,048 | 1,65 |
|                       | 1973 | 7,90  | 24,00 | 210,0 | 0,046 | 1,20 |
|                       | 1974 | 9,40  | 22,10 | 270,5 | 0,054 | 1,45 |
| Sloupkování           | 1971 | 5,55  | 11,15 | 201,0 | 0,080 | 2,85 |
|                       | 1972 | 6,40  | 16,85 | 244,2 | 0,064 | 1,30 |
|                       | 1973 | 8,20  | 21,02 | 246,7 | 0,044 | 1,93 |
|                       | 1974 | 6,87  | 28,00 | 264,2 | 0,039 | 1,15 |
|                       | 1975 | 10,20 | 24,15 | 236,2 | 0,051 | 1,51 |
| Metání                | 1971 | 5,75  | 13,60 | 173,0 | 0,085 | 3,06 |
|                       | 1972 | 6,20  | 17,62 | 267,0 | 0,066 | 1,22 |
|                       | 1973 | 8,00  | 19,87 | 240,5 | 0,045 | 1,61 |
|                       | 1974 | 6,50  | 25,50 | 223,0 | 0,041 | 1,21 |
|                       | 1975 | 9,57  | 23,25 | 237,2 | 0,054 | 1,43 |

III. Průkaznost rozdílů v obsahu Cu, Zn, Mn, Mo a B v nadzemních částech ozimé pšenice mezi ročníky v době na začátku sloupkování a metání ( $P = 0,05$ ; 1971—1975) — The significance of the differences in the content of Cu, Zn, Mn, Mo, and B in the above-ground parts of winter wheat between years; period of the onset of shooting and earing ( $P = 0,05$ ; 1971—1975)

| Prvek       |   | Cu |   |   |   |   | Zn |   |   |   |   | Mn |   |   |   |   | Mo |   |   |   |   | B |   |   |   |   |
|-------------|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rok         |   | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 1  | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sloupkování | 1 | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | — |   |   |   |   |
|             | 2 | +  | — |   |   |   | +  | — |   |   |   | +  | — |   |   |   | +  | — |   |   |   | + | — |   |   |   |
|             | 3 | +  | + | — |   |   | —  | + | — |   |   | +  | — | — |   |   | +  | — | — |   |   | — | — | — |   |   |
|             | 4 | +  | + | + | — |   | —  | + | — | — |   | +  | + | + | — |   | +  | — | — | — |   | + | + | + | — |   |
|             | 5 | +  | + | + | + | — | —  | + | — | — | — | +  | — | — | + | — | +  | — | — | — | — | + | — | + | + | — |
| Metání      | 1 | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | —  |   |   |   |   | — |   |   |   |   |
|             | 2 | +  | — |   |   |   | +  | — |   |   |   | +  | — |   |   |   | —  | — |   |   |   | — | — |   |   |   |
|             | 3 | +  | + | — |   |   | +  | — | — |   |   | +  | — | — |   |   | —  | — | — |   |   | — | — | — |   |   |
|             | 4 | —  | + | — | — |   | —  | + | — | — |   | +  | + | — | — |   | —  | — | — | — |   | — | — | — | — |   |
|             | 5 | +  | — | + | + | — | +  | — | — | + | — | +  | — | — | — | — | —  | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

#### ZAČÁTEK SLOUPKOVÁNÍ

Obsah stopových prvků v ozimé pšenici na začátku sloupkování uvádí tab. IV. Všechny odrůdy obsahovaly v této době v naprosté většině případů nejvíce manganu. V jednotlivých ročnících jeho obsah v rost-

IV. Obsah stopových prvků v nadzemních částech ozimé pšenice na začátku sloupkování ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny) — The content of trace elements in the above-ground parts of winter wheat at the onset of shooting ( $\text{mg}/\text{kg}$  dry matter)

| Odrůda                      | Ročník                 | Cu            | Zn             | Mn              | Mo              | B               |
|-----------------------------|------------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mironovská                  | 1971                   | 7,2           | 35,0           | 95,0            | 0,24            | 2,96            |
|                             | 1972                   | 5,2           | 27,3           | 41,7            | 0,83            | 3,41            |
|                             | 1973                   | 8,8           | 31,0           | 36,0            | 0,63            | 3,75            |
|                             | 1974                   | 7,9           | 43,0           | 58,7            | 0,96            | 3,96            |
|                             | 1975                   | 5,7           | 44,8           | 44,2            | 0,43            | 2,47            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | $7,0 \pm 1,5$ | $36,2 \pm 7,5$ | $55,0 \pm 23,9$ | $0,62 \pm 0,29$ | $3,31 \pm 0,60$ |
| Jubilar                     | 1971                   | 6,0           | 23,0           | 71,0            | 0,24            | 3,80            |
|                             | 1972                   | 5,2           | 29,5           | 46,6            | 0,49            | 3,10            |
|                             | 1973                   | 10,0          | 37,5           | 41,0            | 0,43            | 3,02            |
|                             | 1974                   | 8,4           | 47,0           | 80,0            | 0,41            | 3,92            |
|                             | 1975                   | 5,8           | 31,2           | 45,4            | 0,68            | 3,00            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | $7,1 \pm 2,0$ | $35,6 \pm 7,0$ | $57,0 \pm 17,3$ | $0,45 \pm 0,16$ | $3,37 \pm 0,45$ |
| Zora                        | 1971                   | 6,8           | 30,8           | 83,0            | 0,08            | 3,60            |
|                             | 1972                   | 4,3           | 21,8           | 45,4            | 0,55            | 3,04            |
|                             | 1973                   | 9,5           | 39,5           | 47,5            | 0,36            | 3,65            |
|                             | 1974                   | 8,2           | 31,5           | 54,5            | 0,56            | 4,22            |
|                             | 1975                   | 5,8           | 32,3           | 43,1            | 0,82            | 3,00            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | $6,9 \pm 2,0$ | $31,2 \pm 6,3$ | $54,7 \pm 16,4$ | $0,47 \pm 0,27$ | $3,50 \pm 0,50$ |
| Kaštická osínatka<br>Kavkaz | 1971                   | 6,7           | 32,5           | 78,0            | 0,30            | 3,80            |
|                             | 1972                   | 4,4           | 22,5           | 32,8            | 0,77            | 2,54            |
|                             | 1973                   | 10,0          | 39,5           | 30,5            | 0,76            | 3,15            |
|                             | 1974                   | 7,0           | 35,5           | 54,0            | 1,00            | 4,12            |
|                             | 1975                   | 5,7           | 38,2           | 37,3            | 0,62            | 3,00            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | $6,8 \pm 2,1$ | $33,6 \pm 6,8$ | $46,5 \pm 19,9$ | $0,69 \pm 0,26$ | $3,32 \pm 0,63$ |

linách však značně kolísal a to od 30,5 do 95,0  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny. Nejvyšší koncentrací Mn se vyznačovaly všechny odrůdy pšenice v prvním roce sledování. Vysokou koncentraci tohoto prvku, 54,0 až 80,0  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny, měly ještě v roce 1974. Ve zbývajících třech ročnících byl obsah manganu v rostlinách podstatně nižší a maximálně dosáhl hodnoty 47,5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny.

Obsah zinku v rostlinách kolísal méně než obsah manganu a pohyboval se v rozmezí 21,8 až 47,0  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny. Nejmenší obsah zinku měly všechny odrůdy v roce 1972 (21,8 až 29,5  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny). V ostatních ročnících neklesl jeho obsah pod 30,8  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny.

Obsah mědi v nadzemních částech pšenice nepřesáhl na začátku

V. Obsah stopových prvků v nadzemních částech ozimé pšenice na začátku metání (mg . kg<sup>-1</sup> sušiny) — The content of trace elements in the above-ground parts of winter wheat at the onset of earing (mg/kg dry matter)

| Odrůda                      | Ročník                 | Cu            | Zn             | Mn              | Mo              | B               |
|-----------------------------|------------------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Mironovská                  | 1971                   | 5,6           | 32,4           | 57,0            | 0,34            | 2,02            |
|                             | 1972                   | 2,8           | 17,5           | 26,5            | 0,41            | 2,00            |
|                             | 1973                   | 5,0           | 21,0           | 35,5            | 0,63            | 2,11            |
|                             | 1974                   | 7,5           | 38,7           | 42,5            | 0,32            | 2,36            |
|                             | 1975                   | 2,1           | 20,9           | 32,5            | 0,32            | 2,46            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | 4,6 $\pm$ 2,2 | 26,1 $\pm$ 9,0 | 38,8 $\pm$ 11,7 | 0,40 $\pm$ 0,13 | 2,19 $\pm$ 0,21 |
| Jubilar                     | 1971                   | 10,5          | 35,0           | 66,0            | 0,28            | 3,80            |
|                             | 1972                   | 2,8           | 20,0           | 31,7            | 0,34            | 2,68            |
|                             | 1973                   | 5,0           | 25,0           | 42,0            | 0,23            | 3,10            |
|                             | 1974                   | 7,5           | 28,8           | 45,0            | 0,28            | 2,49            |
|                             | 1975                   | 2,8           | 22,8           | 35,1            | 0,18            | 2,51            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | 5,7 $\pm$ 3,3 | 26,3 $\pm$ 5,8 | 44,2 $\pm$ 13,3 | 0,26 $\pm$ 0,06 | 2,92 $\pm$ 0,55 |
| Zora                        | 1971                   | 6,4           | 26,0           | 48,0            | 0,38            | 2,91            |
|                             | 1972                   | 2,6           | 13,5           | 28,4            | 0,72            | 2,07            |
|                             | 1973                   | 5,0           | 26,0           | 35,0            | 0,27            | 2,94            |
|                             | 1974                   | 5,1           | 27,5           | 42,5            | 0,25            | 2,13            |
|                             | 1975                   | 3,4           | 22,1           | 30,2            | 0,15            | 2,53            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | 4,5 $\pm$ 1,5 | 23,0 $\pm$ 5,7 | 36,8 $\pm$ 8,3  | 0,35 $\pm$ 0,22 | 2,52 $\pm$ 0,41 |
| Kaštická osinatka<br>Kavkaz | 1971                   | 6,1           | 33,0           | 38,0            | 0,11            | 2,95            |
|                             | 1972                   | 2,4           | 11,8           | 20,8            | 0,46            | 2,07            |
|                             | 1973                   | 5,0           | 18,0           | 33,0            | 0,94            | 2,35            |
|                             | 1974                   | 6,0           | 21,3           | 32,5            | 0,49            | 2,62            |
|                             | 1975                   | 4,2           | 16,8           | 35,0            | 0,13            | 3,11            |
|                             | $\bar{x} \pm S\bar{x}$ | 4,7 $\pm$ 1,5 | 20,2 $\pm$ 7,9 | 31,9 $\pm$ 6,5  | 0,43 $\pm$ 0,34 | 2,62 $\pm$ 0,43 |

sloupkování 10 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny. Největší obsah tohoto prvku měly všechny odrůdy v roce 1973 (8,8 až 10,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny) a nejmenší, podobně jako manganu a zinku, v roce 1972 (4,3 až 5,2 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny). Malý obsah mědi v jednotce hmoty měly všechny rostliny i v roce 1975.

Obsah bóru v rostlinách byl nízký a ze všech pěti stopových prvků nejméně kolísal a to jen od 2,47 do 4,22 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny. Nejvyšší obsah tohoto prvku 3,92 až 4,22 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny měly všechny pšenice v roce 1974.

Ze stopových prvků obsahovaly všechny odrůdy pšenice nejméně molybden. Jeho obsah v rostlinách se ve většině případů pohyboval v rozmezí od 0,5 do 0,8 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny.



Na začátku metání [tab. V] obsahovaly rostliny pšenice ve většině případů méně stopových prvků v jednotce sušiny než na začátku sloupkování. Výjimkou byl pouze ročník 1971, ve kterém většina odrůd obsahovala v této růstové fázi více jednoho nebo několika stopových prvků než na začátku sloupkování.

Obsah manganu v nadzemní hmotě pšenice se pohyboval od 20,8 do 66,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny a převyšoval ve všech případech obsah zinku i ostatních stopových prvků. Podobně jako na začátku sloupkování nejvyšším obsahem manganu se vyznačovaly všechny odrůdy pšenice v roce 1971 (38,0 až 66,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny). Vysokou koncentraci tohoto prvku měly též v roce 1974 a 1973 (32,5 až 45,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny). Nejmenší obsah manganu měly všechny odrůdy v roce 1972 a to jen 20,8 až 31,7 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny.

Obsah zinku v rostlinách se pohyboval v rozmezí 11,3 až 38,7 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny. Největším jeho obsahem se vyznačovaly všechny odrůdy pšenice v roce 1971 a 1974. V těchto ročnících došlo během sloupkování pouze k malému poklesu koncentrace zinku v rostlinách a v roce 1971 byl dokonce ve dvou případech zjištěn její mírný vzestup. Nejméně zinku (pod 20 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny) měly všechny odrůdy v roce 1972. V tomto roce a především v roce 1975 relativně nejvíce poklesl jeho obsah v rostlinách v době od začátku sloupkování do začátku metání.

Na začátku metání měly ozimé pšenice v jednotlivých ročnících značně rozdílný obsah mědi. Nejlépe zásobené tímto stopovým prvkem byly všechny odrůdy v roce 1971 a 1974 (5,1 až 10,5 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny). V ročnících 1975 a 1971 však její koncentrace v rostlinách nedosáhla ve většině případů ani 3,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny.

Obsah bóru v nadzemních částech rostlin v době na začátku metání byl ve všech letech velice vyrovnaný, kolísal jen v rozmezí od 2,0 do 3,0 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny.

Podobně jako na začátku sloupkování měly všechny odrůdy pšenice i na začátku metání nejmenší obsah molybdenu, který se pohyboval v rozmezí od 0,11 do 0,94 mg . kg<sup>-1</sup> sušiny. Jak v obsahu molybdenu, tak v obsahu bóru v rostlinách nebyl v této době prokázán statisticky významný rozdíl a to ani mezi odrůdami, ani mezi ročníky [tab. III].

## DISKUSE

Mezi odrůdami ozimé pšenice 'Mironovská', 'Jubilar', 'Kaštická osinatka', 'Zora' a 'Kavkaz' jsme v žádném ročníku nezjistili statisticky významné rozdíly v zastoupení mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v nadzemních částech rostlin. K podobnému zjištění dospěla také Czarnowská [1975], která u odrůdy 'Grana' a 'Helenka' neprokázala rozdíl v obsahu železa, manganu, zinku a mědi v rostlinách a to ani na kontrolní variantě ani na variantách hnojených stupňovanými dávkami dusíku.

Obsah stopových prvků v nadzemních částech rostlin všech námi sledovaných odrůd pšenice se však významně lišil v jednotlivých ročnících. Značně větší vliv ročníku než samotné odrůdy na obsah stopových prvků v rostlinách je patrný i z údajů Czarnowské [1975].

Podle kritérií používaných v ČSSR k hodnocení zásoby stopových prvků v půdě [Repka et al., 1977] měly mít všechny odrůdy ozimé

pšenice v půdě ve všech ročních dostatek Cu, Zn, Mn, Mo a s výjimkou roku 1974 i bóru a to jak na začátku tak v průběhu vegetace. Půdy byly podle tohoto hodnocení nejlépe zásobené zinkem (v roce 1971 měly střední, v roce 1972, 1973 a 1975 vysokou a v roce 1974 velmi vysokou zásobu).

Ani velmi vysoký obsah zinku v půdě nepůsobil však žádné viditelné poškození rostlin z jeho nadbytku, který popisuje např. Bergmann a Neubert (1976). Největší dosažené výnosy v roce 1971 a 1974 (v průměru za všechny odrůdy 6,79, resp. 6,75 t. ha<sup>-1</sup>) a také celkové obsahy zinku v rostlinách nesvědčí o tom, že by některá odrůda přijímala škodlivé množství tohoto prvku. V roce 1974 byly sice v sušině nadzemních částí pšenice nalezeny ve většině případů zvýšené koncentrace zinku, ale podobně vysoké koncentrace tohoto prvku měly i rostliny v roce 1971, kdy však obsah uvolnitelného zinku v půdě byl nejnižší. Přitom nejhůře zásobené zinkem byly všechny odrůdy ozimé pšenice v letech 1972 a 1975, kdy jeho zásoba v půdě byla vysoká. Obsah zinku v nadzemní hmotě rostlin byl tedy více ovlivněn jinými činiteli než jeho obsahem v půdě stanoveným ve výluhu 1 N HCl.

Podobně jako zinku, obsahovaly všechny odrůdy nejvíce mědi a manganu v roce 1971 a 1974. Průkazně nejméně těchto prvků měly pak všechny pšenice v roce 1972 a 1975. Přitom zastoupení jednotlivých stopových prvků v sušině nadzemních částí rostlin klesalo ve všech ročních v pořadí Mn > Zn > Cu > B > Mo.

Manganu a zinku obsahovaly rostliny ve sledovaných fázích vývoje desítky, mědi a bóru jednotky a molybdenu pouze desetiny mg v 1 kg sušiny. Tyto údaje celkově souhlasí s hodnotami uváděnými jak našimi tak mnoha zahraničními autory.

Ze získaných výsledků a předcházející práce (Zelený, 1978) pro praktické účely vyplývá, že při používání vysokých dávek základních živin se může za určitých povětrnostních podmínek vyskytnout u ozimé pšenice během vegetace nedostatek některých stopových prvků a to i na půdách s jejich střední až vysokou zásobou.

## Literatura

- BERGMANN, W. — NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1976.
- CZARNOWSKA, K.: Zawartość niektórych mikroelementów i azotu w różnych fazach rozwojowych pszenicy ozimej na tle mawożenia azotowego. Roczn. Nauk roln., 2, 1975, s. 63-77.
- KALAŠ, V. — PANÝR, M. — FOJTÍKOVÁ, D.: Analytické metody agrochemického zkoušení půd. A. Metody stanovení obsahu stopových prvků v půdách. Zpráva ÚKZÚZ Praha, 1970.
- KŠÍR, O.: Studie ověření správnosti a přesnosti metod stanovení Cu, Zn, Co, Mn, Mo a B ve vylučích půdních vzorků a rostlinných materiálů. Zpráva ÚVR Hodkovičky, 1969.
- LITOMYSKÝ, J.: Kvantitativní spektrochemické stanovení bóru a molybdenu v rostlinných částech. Metodika ÚNS Kutná Hora, 1972.
- LUCAS, R. E. — KNEZEK, B. D.: Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. In: J. J. Mortvedt (ed): Micronutrients in agriculture. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin, 1972, s. 265-288.
- REPKA, F. — NEUBERG, J. — ČUMAKOV, A. — JURÁNI, B.: Agronomické kritéria hodnotění obsahu mikroelementů v půdě. In: Sborník Mikroelementy v poľnohospodárstve, Turecká - Salašky, 1977, s. 76-84.
- VIELMEYER, H. P.: Grundlagen der Pflanzenanalyse. In: W. Bergmann und P. Neubert: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1976, s. 407-443.

ZELENÝ, F.: Obsah stopových prvků v nadzemních částech ozimé pšenice při jejich dostatečném obsahu v půdě. [Kandidátská disertační práce.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1978.

Došlo dne 10. 6. 1981

ЗЕЛЕНÝ, Ф. — НЕЙБЕРГ, Я. — ХВАЛ, Л. — ПАТЫ, Ф. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне; Центральный контрольно-испытательный сельскохозяйственный институт, Станьков): Содержание меди, цинка, марганца, молибдена и бора в основных сортах озимой пшеницы. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1143-1152.

В течение пяти лет в сортоиспытаниях изучалось содержание меди, цинка, марганца, молибдена и бора в надземных частях озимой пшеницы. Все сорта обрабатывались и удобрялись по единой методике ЦКИСХИ. Естественный запас микроэлементов в почве был средним и даже высоким. Ни в одном из пяти следующих друг за другом годов высева сорта 'Мироновская', 'Кашица осинатка', 'Юбилар', 'Зора' и 'Кавказ' не отличались по содержанию меди, цинка, марганца, молибдена и бора в сухом веществе надземных частей растений. Их замещение в сухом веществе понижалось во всех годах высева в очередности:  $Mn > Zn > Cu > B > Mo$ . Однако все сорта пшеницы значительно отличались по содержанию этих питательных веществ в отдельных годах высева. Больше всего, а именно, свыше 100 % колебалось в растениях содержание меди, цинка и марганца. Во время вегетации самые большие различия были установлены в содержании этих элементов в начале колошения. Для производственных целей из результатов вытекает, что при применении высоких доз основных питательных веществ при определенных погодных условиях у озимой пшеницы во время вегетации может проявиться недостаток в некоторых микроэлементах, а именно, на почвах, богатых этими питательными веществами.

озимая пшеница; сорта; медь; цинк; марганец; молибден; бор; содержание в растениях; содержание в почве

ZELENÝ, F. — NEUBERG, J. — CHVAL, L. — PÁTÝ, F. (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně; Central-Control and Researching Institute of Agriculture, Staňkov): The Content of Copper, Zinc, Manganese, Molybdenum and Boron in the Main Cultivars of Winter Wheat. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1143-1152.

Varietal trials were carried out for a period of five years to study the content of copper, zinc, manganese, molybdenum and boron in the above-ground parts of winter wheat. All cultivars were treated and fertilized by the methods proposed by the Central-Control and Researching Institute of Agriculture. The natural reserve of trace elements in the soil was medium to high. The content of copper, zinc, manganese, molybdenum and boron in dry matter showed no differences between the tested cultivars 'Mironovskaya', 'Kaštická osinatka', 'Jubilar', 'Zora' and 'Kavkaz' in any of the five successive years of study. In all the years, the trace elements ranked as follows in descending order:  $Mn > Zn > Cu > B > Mo$ . However, all the wheat cultivars had significantly different content of these elements in different years. The content of copper, zinc and manganese showed the largest variance, sometimes reaching more than 100 %. During the growing season, the largest differences in the content of these elements were found at the onset of earing. The results imply the practical conclusion that when the basic nutrients are applied at high rates, a lack of some trace elements may occur under certain weather conditions during the growing season of winter wheat, even in soils otherwise rich in these trace nutrients.

winter wheat; cultivars; copper; zinc; manganese; molybdenum; boron; content in plants; content in soil

#### Adresy autorů:

Ing. František Zelený, CSc., ing. Jaroslav Neuberger, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

† Ing. Ludvík Chval, ing. František Pátý, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, odrůdová zkušebna, 345 61 Staňkov

# VLIV RŮZNÝCH PODMÍNEK VÝŽIVY NA OBSAH ČISTÉ BÍLKOVINY A TUBERINU U BRAMBOR

B. Míča

---

MÍČA, B. (Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Vliv různých podmínek výživy na obsah čisté bílkoviny a tuberinu u brambor*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1153-1160.

Byl studován vliv dusíkatého hnojení v kombinaci s hnojením s dodatkovými živinami Ca a Mg na změny v obsahu i kvalitě brambor. Obsah celkového dusíku se u všech variant pokusu ve fázi odkvětu snižoval, ke konci vegetace však nastalo opět zvýšení obsahu. Odstupňované dávky dusíkatého hnojení zvýšily odstupňovaně i obsah celkového dusíku. Obsah bílkovinného dusíku se v jednotlivých vegetačních fázích měnil v závislosti na výši dávky základních živin. Vliv odstupňovaných dávek dusíku se však projevil pouze u zralých hlíz, tzn. čím vyšší byla dávka dusíku, tím vyšší byl i obsah bílkovinného dusíku. Během vegetace docházelo u všech variant ke snížení podílu bílkovinného dusíku v celkovém obsahu dusíku. U zralých hlíz snižovala nejvyšší dávka dusíku podíl bílkovinného dusíku. Obsah tuberinu se ke konci vegetace zvyšuje, stejně tak jako podíl tuberinového dusíku v bílkovinném dusíku. Nejvyšší použitá dávka dusíku snižovala oproti nižším dávkám obsah i podíl tuberinu. Dodatkové živiny Ca i Mg se uplatňují ve spojení s výši dávky základních živin N, P, K. Nejvhodnější podmínky pro tvorbu relativně příznivého obsahu bílkoviny s nejvyšším podílem tuberinu jsou dány variantou hnojení do 160 kg čistých živin dusíku na hektar za použití dodatkových živin vápníku a hořčíku.

brambory; výživa; dusík; vápník; hořčík; bílkoviny; tuberin

---

Dusíkaté látky představují z hlediska nutričního jeden z nejvýznamnějších komplexů sloučenin obsažených v bramborové hlíze. Hlavní složkou dusíkatého komplexu bramborové hlízy je tzv. čistá bílkovina. Význam bramborové bílkoviny spočívá především v její vysoké biologické hodnotě, která se blíží vaječné bílkovině (Schuphan, Postel, 1957; Schuphan, Weinmann, 1959).

Pro svou vysokou biologickou hodnotu se pozornost mnoha autorů, zejména v posledních letech, soustředila na bramborovou bílkovinu (Ren, 1976). Brambory mohou sloužit jako jediný zdroj dusíku ve výživě lidí (Woodward, 1953), přičemž poskytují vysoký výnos bílkoviny na jednotku plochy (Kaldy, 1972).

Význam bramborové bílkoviny podpořil snahy o zvýšení obsahu čisté bílkoviny v bramborových hlízách. Jednou z cest je hnojení. Podle Michala (1964) byla optimální dávka 50 až 60 kg čistých živin dusíku na hektar. Při dávce dusíku 150 kg ha<sup>-1</sup> čistých živin se obsah bílkovin snižuje a zvyšuje se obsah nebílkovinného dusíku. Tvorba čisté bílkoviny však není závislá pouze na hnojení dusíkem.

Při dnešní technologii pěstování brambor jsou používány vysoké dávky N, P, K. Jejich působení na dusíkaté složky však není dostatečně prostudováno. Zejména není prostudován vliv těchto dávek živin i na nutričně nejvýznamnější složku čisté bílkoviny — tuberin.

Vzhledem k tomu, že se v současné době začalo s izolací bílkoviny z hlízové vody z brambor novou pracovní technikou, která umožňuje i využití pro lidskou výživu, je studium této problematiky nejvýš žádoucí.

## MATERIÁL A METODY

V letech 1977—1979 byl založen polní pokus s odstupňovanými dávkami základních živin podle následujícího schématu:

| Označení variant                                                                | N                          | P    | K     | Ca  | Mg |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------|-------|-----|----|
|                                                                                 | kg č. ž. ha. <sup>-1</sup> |      |       |     |    |
| 1 N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>                                  | 120                        | 78,4 | 199,2 | —   | —  |
| 2 N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>                                  | 160                        | 78,4 | 199,2 | —   | —  |
| 3 N <sub>4</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>                                  | 200                        | 78,4 | 199,2 | —   | —  |
| 4 N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>                  | 120                        | 78,4 | 199,2 | 355 | —  |
| 5 N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>                  | 160                        | 78,4 | 199,2 | 355 | —  |
| 6 N <sub>4</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub>                  | 200                        | 78,4 | 199,2 | 355 | —  |
| 7 N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>                  | 120                        | 78,4 | 199,2 | —   | 30 |
| 8 N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>                  | 160                        | 78,4 | 199,2 | —   | 30 |
| 9 N <sub>4</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>                  | 200                        | 78,4 | 199,2 | —   | 30 |
| 10 N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> | 100                        | 78,4 | 199,2 | 355 | 30 |
| 11 N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> | 160                        | 78,4 | 199,2 | 355 | 30 |
| 12 N <sub>4</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> Ca <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub> | 200                        | 78,4 | 199,2 | 355 | 30 |

Uvedené schéma představuje výběr variant z rozsáhlejšího pokusu, proto je ponecháno původní označení. Hlízy byly odebírány ve fázi plného květu, odkvětu a zrání. V hlízách byl stanoven obsah celkového a bílkovinného dusíku a obsah tuberinu. Obsah celkového dusíku byl stanoven podle Mothes-Engela srážením 1% roztokem taninu (Daviděk, 1977). Obsah tuberinu byl stanoven podle Lindnera et al. (1960) upraveným způsobem: 500 g omytých a osušených bramborových hlíz bylo rozstrouháno s trochou pyrosiřičitanu sodného a vylisováno přes pláténko. Zbytek na pláténku byl smíchán se 100 ml 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, důkladně promíchán a oddělená kapalina slita. Extrakce byla prováděna celkem 4× po 100 ml 1% K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ve vylisovaném zbytku stanovena sušina a celkový obsah dusíku podle Kjeldahla. Rozdíl mezi bílkovinným dusíkem a zbytkovým dusíkem vyjádřený v procentech sušiny udává obsah tuberinu v procentech sušiny.

## VÝSLEDKY

Z tab. I je zřejmé, že obsah celkového dusíku se u všech variant pokusu ve fázi odkvětu snižoval, ke konci vegetace se však obsah celkového dusíku v hlízách zvyšoval. Odstupňované dávky dusíku zvýšily odpovídajícím způsobem i obsah celkového dusíku. Výjimku tvořila varianta

I. Obsah celkového a bílkovinného dusíku (v % sušiny; průměr za tři roky) — The content of total and protein nitrogen (% of dry matter; average for three years)

| Varianta | Celkový dusík |        |       | Bílkovinný dusík |        |       | Podíl bílkovinného dusíku<br>v celkovém dusíku |        |       |
|----------|---------------|--------|-------|------------------|--------|-------|------------------------------------------------|--------|-------|
|          | plný květ     | odkvět | zrání | plný květ        | odkvět | zrání | plný květ                                      | odkvět | zrání |
| 1        | 1,505         | 1,358  | 1,515 | 0,924            | 0,720  | 0,759 | 61,27                                          | 53,28  | 50,02 |
| 2        | 1,535         | 1,397  | 1,510 | 0,913            | 0,763  | 0,768 | 59,45                                          | 54,89  | 50,94 |
| 3        | 1,557         | 1,431  | 1,604 | 0,941            | 0,728  | 0,786 | 60,47                                          | 51,13  | 49,19 |
| 4        | 1,538         | 1,314  | 1,531 | 0,927            | 0,668  | 0,768 | 60,19                                          | 50,97  | 50,41 |
| 5        | 1,574         | 1,417  | 1,566 | 0,940            | 0,747  | 0,779 | 59,69                                          | 52,86  | 49,88 |
| 6        | 1,534         | 1,376  | 1,670 | 0,919            | 0,737  | 0,799 | 59,97                                          | 53,60  | 47,86 |
| 7        | 1,487         | 1,388  | 1,511 | 0,884            | 0,752  | 0,756 | 59,57                                          | 54,38  | 50,04 |
| 8        | 1,540         | 1,348  | 1,660 | 0,883            | 0,713  | 0,811 | 57,31                                          | 53,24  | 48,92 |
| 9        | 1,574         | 1,382  | 1,573 | 0,967            | 0,749  | 0,747 | 61,48                                          | 54,35  | 47,66 |
| 10       | 1,476         | 1,350  | 1,537 | 0,917            | 0,724  | 0,713 | 61,98                                          | 53,76  | 46,63 |
| 11       | 1,512         | 1,403  | 1,553 | 0,884            | 0,731  | 0,746 | 58,38                                          | 52,38  | 48,09 |
| 12       | 1,571         | 1,387  | 1,499 | 0,915            | 0,747  | 0,732 | 58,06                                          | 54,20  | 49,21 |



2 u zralých hlíz, kdy hodnota obsahu celkového dusíku byla na téměř stejné úrovni jako u varianty 1. Nejvyšší dávka dusíku ( $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  čistých živin) se opět projevila zvýšením hladiny celkového dusíku. Přídavek vápníku zvyšoval ve fázi plného květu obsah celkového dusíku až do výše dávky dusíku dané úrovní N<sub>3</sub>. U nejvyšší dávky došlo v této fázi vegetace vlivem přídavku vápníku k poklesu celkového obsahu dusíku. Hořčík se oproti tomu v této fázi vegetace uplatnil pozitivně až u nejvyšší dávky dusíku. Společný přídavek obou živin (Ca a Mg) byl, podobně jako u hořčíku, účinný až ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku.

Ve fázi odkvětu se působení dodatkových živin změnilo. Přídavek vápníku již ve spojení s nízkou hladinou dusíku působil snížení celkového obsahu dusíku, hořčík byl oproti fázi plného květu u vyšších dávek dusíku negativní a společný přídavek obou živin podpořil nepatrné zvýšení celkového obsahu dusíku pouze ve spojení s dávkou živin danou úrovní N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>.

U zralých hlíz působil přídavek vápníku u všech variant základních živin zvýšení obsahu celkového dusíku. Zůstala zachována i tendence zvyšování celkového obsahu dusíku v závislosti na odstupňování dávek základních živin. Hořčík ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku (N<sub>4</sub>) snížil celkový obsah dusíku. U ostatních variant působil hořčík pozitivně, a to dokonce příznivěji u varianty se  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N než vápník. Společný přídavek obou živin se uplatnil příznivě pouze ve spojení s dávkou  $120 \text{ a } 160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  čistých živin dusíku. Přídavek obou dodatkových živin k nejvyšší hladině základních živin působil negativně. Je zajímavé, že ve všech fázích vegetace byl nejvyšší obsah celkového dusíku nalezen u nejvyšší dávky dusíku, avšak vždy ve spojení s jinou dodatkovou živinou, eventuálně bez ní.

Obsah bílkovinného dusíku je ve fázi odkvětu, podobně jako obsah celkového dusíku, nižší než ve fázi plného květu. U zralých hlíz se u většiny variant opět zvyšoval, nedosáhl však hodnoty stanovené ve fázi plného květu. Obsah bílkovinného dusíku se v jednotlivých vegetačních fázích mění v závislosti na výši dávky základních živin. Vliv odstupňované dávky dusíku se však projevila pouze u zralých hlíz, tzn. čím vyšší byla dávka dusíku, tím vyšší byl i obsah bílkovinného dusíku.

Přídavek vápníku působil ve fázi plného květu zvýšení obsahu bílkovinného dusíku pouze ve spojení s dávkami dusíku  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U vyšších dávek dusíku snižoval vápník výrazně obsah bílkovinného dusíku. Přídavek hořčíku ve spojení s dávkami dusíku do  $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  N působil výrazně negativně na snížení bílkovinného dusíku, ve spojení s vysokou dávkou dusíku však hořčík působil příznivě. Společný přídavek Ca i Mg však byl negativní.

Ve fázi odkvětu působil vápník převážně negativně, zatím co přídavek hořčíku byl příznivější. Společný přídavek obou živin snižoval obsah bílkovinného dusíku pouze ve spojení s variantou N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>.

U zralých hlíz přídavkem vápníku zvyšoval u všech variant obsah bílkovinného dusíku v porovnání s variantami bez vápníku. Přídavek hořčíku však působil příznivě pouze ve spojení s variantou N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub>. Společný přídavek Ca i Mg snižoval obsah bílkovinného dusíku ve spojení se všemi variantami dusíku. Nejvyšší obsah bílkovinného dusíku u všech variant byl v této fázi vegetace zjištěn ve spojení varianty N<sub>3</sub>P<sub>2</sub>K<sub>2</sub> s Mg.

Podíl bílkovinného dusíku je hodnota, která do jisté míry udává kva-

II. Obsah a podíl tuberinové frakce (v % sušiny; průměr za tři roky) — The content and proportion of tuberin fraction (% of dry matter; average for three years)

| Varianta | Obsah tuberinového dusíku |        |       | Podíl tuberinového dusíku v bílkovinném dusíku (v %) |        |       |
|----------|---------------------------|--------|-------|------------------------------------------------------|--------|-------|
|          | plný květ                 | odkvět | zrání | plný květ                                            | odkvět | zrání |
| 1        | 0,248                     | 0,354  | 0,425 | 26,67                                                | 49,31  | 55,39 |
| 2        | 0,250                     | 0,378  | 0,430 | 27,25                                                | 49,84  | 55,77 |
| 3        | 0,257                     | 0,333  | 0,415 | 27,13                                                | 46,09  | 52,88 |
| 4        | 0,248                     | 0,292  | 0,465 | 26,93                                                | 43,89  | 60,64 |
| 5        | 0,260                     | 0,368  | 0,440 | 27,15                                                | 48,91  | 56,33 |
| 6        | 0,275                     | 0,356  | 0,437 | 30,12                                                | 48,39  | 54,31 |
| 7        | 0,226                     | 0,322  | 0,422 | 25,15                                                | 43,17  | 55,54 |
| 8        | 0,243                     | 0,315  | 0,442 | 27,74                                                | 44,19  | 54,38 |
| 9        | 0,328                     | 0,364  | 0,401 | 33,25                                                | 48,76  | 53,00 |
| 10       | 0,353                     | 0,336  | 0,395 | 37,78                                                | 46,86  | 55,60 |
| 11       | 0,237                     | 0,356  | 0,471 | 27,09                                                | 49,04  | 62,92 |
| 12       | 0,242                     | 0,332  | 0,419 | 27,52                                                | 44,84  | 57,35 |

litu dusíkatého komplexu. Čím je podíl vyšší, tím je dusíkatý komplex hodnotnější. Během vegetace docházelo u všech variant ke snížení podílu bílkovinného dusíku v celkovém dusíku. Nejvyšší podíl bílkovinného dusíku byl zjištěn ve fázi plného květu u varianty  $N_2P_2K_2Ca_1Mg_1$ . V této fázi vegetace působil přídavek vápníku snížení podílu bílkovinného dusíku vyjímaje varianty s hladinou NPK- $N_3P_2K_2$ . Hořčík snižoval podíl bílkovinného dusíku (vyjímaje varianty  $N_4P_2K_2$ ). Společný přídavek Ca i Mg zvýšil podíl bílkovinného dusíku pouze u varianty  $N_2P_2K_2$ .

Ve fázi odkvětu snižoval vápník podíl bílkovinného dusíku až do výše živin  $N_3P_2K_2$ . Hořčík působil nerovnoměrně, ve spojení s variantou  $N_3P_2K_2$  snižoval podíl bílkoviny zatím co ve spojení s ostatními variantami bylo zjištěno zvýšení podílu bílkovinného dusíku. Společný přídavek Ca i Mg působil obdobně jako přídavek samotného hořčíku. Nejvyšší podíl bílkovinného dusíku byl v této fázi vegetace zjištěn u varianty  $N_3P_2K_2$ .

Fáze zrání je charakterizována nejnižším podílem bílkovinného dusíku ze všech fází vegetace. Nejvyšší dávka dusíku snižovala podíl bílkovinného dusíku. Přídavek vápníku i hořčíku, zejména ve spojení s vyššími dávkami dusíku snižuje podíl bílkovinného dusíku. Společný přídavek Ca i Mg u nižších dávek NPK působí negativně. Nejvyšší podíl bílkovinného dusíku byl u zralých hlíz zjištěn ve spojení s variantou  $N_3P_2K_2$ .

Obsah a podíl tuberinu udává tab. II. Z výsledků je zřejmé, že obsah tuberinu se ke konci vegetace zvyšuje. Ve fázi plného květu se obsah tuberinu zvyšuje v závislosti na odstupňovaných dávkách dusíku. Přídavek vápníku i hořčíku zvyšuje obsah tuberinu opět v závislosti na výši dávky dusíku. Společný přídavek Ca i Mg však působí příznivě pouze ve spojení s nejnižší dávkou  $N_2P_2K_2$ .

Ve fázi odkvětu se obsah tuberinu v závislosti na výši dusíkatého hnojení zvyšuje pouze do výše dané  $N_3P_2K_2$ . U nejvyšší dávky dusíku

již došlo k poklesu tuberinu a to dokonce pod úroveň nejnížší použité dávky dusíku. V této souvislosti je však zřejmé, že u nejvyšší použité dávky dusíku podpořil vápník i hořčík zvýšení obsahu tuberinu, zatím co u nižších dávek dusíku působil přídatek dodatkových živin negativně. Společný přídatek Ca i Mg snižoval rovněž obsah tuberinu ve spojení s dávkou dusíku  $N_2$  a  $N_3$ .

Ve fázi zrání snižovala rovněž nejvyšší dávka dusíku obsah tuberinu. Přídatek vápníku byl u všech variant příznivý. Přídatek hořčíku však u nejvyšší dávky dusíku působil negativně. Společný přídatek Ca i Mg se projevil příznivě pouze ve spojení s variantou  $N_3P_2K_2$ , kde byl nalezen i nejvyšší obsah tuberinu.

Podíl tuberinového dusíku v bílkovinném dusíku se během vegetace zvyšuje. Ve fázi plného květu zvyšuje vápník podíl tuberinového dusíku zejména ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku. Hořčík působí příznivě až ve spojení s vyšší dávkou dusíku ( $N_3$  a  $N_4$ ). Nejvyšší účinek na zvýšení podílu tuberinového dusíku se ve fázi plného květu projevil při společném přídatku Ca i Mg u varianty  $N_2P_2K_2$ .

Ve fázi odkvětu působila nejvyšší dávka dusíku výrazné snížení podílu tuberinu. Přídatek vápníku působil příznivě až ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku, podobně jako přídatek hořčíku. Při společném přídatku Ca i Mg však došlo ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku k výraznému snížení podílu tuberinu.

Ve fázi zrání snižovala nejvyšší dávka dusíku opět nepříznivě podíl tuberinu. Přídatek vápníku se uplatnil pozitivně pouze ve spojení s dávkami dusíku  $N_2$  a  $N_3$ , přídatek hořčíku pouze ve spojení s nejvyšší dávkou dusíku. Společný přídatek Ca i Mg však zvyšoval podíl tuberinu u všech variant, při čemž ve spojení s  $N_3P_2K_2$  došlo k tak výraznému zvýšení podílu, že u této varianty byl zjištěn i nejvyšší podíl tuberinu ze všech variant.

## DISKUSE

Hnojení dusíkatými hnojivy je úzce spjato s kvalitou dusíkatého komplexu. Kvalita dusíkatého komplexu je dána především výší obsahu i složením nejdůležitější složky dusíkatých látek, tj. čisté bílkoviny. Z dosavadních poznatků vyplynulo, že obsah čisté bílkoviny je omezen určitou hranicí, určitou výší dávky dusíkatého hnojiva. Původní hranice 50 až 60 kg . ha<sup>-1</sup> čistých živin dusíku se později posunula na úroveň 120 až 160 kg . ha<sup>-1</sup>. Nad tuto hranici se již obsah bílkovinného dusíku snižuje. Tento údaj by bylo vhodné doplnit podle našich poznatků, že hnojení dusíkem výrazněji ovlivňuje podíl čisté bílkoviny v celkovém obsahu dusíku než obsah čisté bílkoviny. Záleží však i na účinku dodatkových živin vápníku a hořčíku. Hodnocení vlivu hnojení dusíkem však musí být i v souladu s kvalitou bílkoviny, která je dána podílem tuberinu. Z tohoto hlediska pak je zřejmé, že při vysokém obsahu bílkovinného dusíku, kterého bylo dosaženo u varianty  $N_3P_2K_2$  ve spojení s hořčíkem nebyl obsah i podíl tuberinu nejvyšší. Z tohoto hlediska je výhodnější k hladině dusíku ( $N_3P_2K_2$ ) přidat jak hořčík, tak i vápník. Z toho je zřejmé, že sice můžeme souhlasit s limitující hranicí 160 kg . ha<sup>-1</sup> čistých živin dusíku, ale z hlediska bílkoviny by bylo vhodné uplatnit ještě vápník i hořčík, i když jejich úloha není dosud zcela objasněna.

Z hlediska výnosu hlíz, i když nejsou údaje v tabulkách uvedeny, lze říci, že výnos hlíz je v souladu s dosaženou kvalitou hlíz. To znamená, že tam, kde se příznivě uplatnila výše dávky dusíkatého hnojiva na obsah bílkovinného dusíku i na podíl tuberinu, tam byl i příznivý, i když ne optimální výnos hlíz. Optimální výnos hlíz byl sice dosažen při použití vyšších dávek hnojiv ( $N_4P_2K_2$ ) než byly doporučeny pro výše uvedené parametry, avšak rozdíl byl velmi malý. Je tedy z hlediska kvality hlíz výhodnější použít výše doporučené mezní dávky.

## Literatura

- DAVÍDEK, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977.
- KALDY, M. S. — MARAKIS, P.: Amino acid composition of selected potato varieties. *J. Fd Sci.*, 37, 1972, s. 375-377.
- LINDNER, J. — JASCHIK, S. — KORPACZY, J.: Amino acid composition and biological value of potato protein fractions. *Qual. Pl. Mater. veg.*, 7, 1960, č. 3, s. 290-294.
- MICHAEL, G.: Einfluss der Düngung auf Eiweissqualität und Eiweissfraktionen der Nahrungspflanzen. *Qual. Pl. Mater. veg.*, 10, 1963, s. 248-264.
- REXEN, B.: Studies of protein of potatoes. *Potato Res.*, 19, 1976, č. 3, s. 189-202.
- SCHUPHAN, W. — POSTEL, W. B.: Über die biologische Wertigkeit des Kartoffel-eiweisses. *Naturwissenschaften*, 44, 1957, s. 40-41.
- SCHUPHAN, W. — WEINMANN, I.: Die Kartoffel als hochwertige Eiweissquelle nach Ergebnissen von Ernährungsversuchen und von Bausteinanalysen. *Nahrung*, 3, 1959, s. 857-876.
- WOODWARD, C. F. — TALLEY, E. A.: Review of nitrogen constituents of the Potato. *A. Potato J.*, 30, 1953, s. 205-212.

Došlo dne 16. 6. 1981

МИЧА, Б. (Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Гавличкув Брод): Влияние разных условий питания на содержание чистого белка и туберина у картофеля. *Rostl. Výroba*, 28, 1982 (11): 1153-1160.

В статье изучалось влияние азотного удобрения в сочетании с удобрением с дополнительными питательными веществами Са и Mg на изменения в содержании и качестве картофеля. Содержание общего азота у всех вариантов опыта в фазе отцветания снижалось, однако в конце вегетации оно снова повышалось. Дифференцированные дозы азотного удобрения повышали дифференцированно также содержание общего азота. Содержание белкового азота в отдельных вегетационных фазах изменялось в зависимости от размера дозы основных питательных веществ. Влияние дифференцированных доз азота, однако, проявилось только у спелых клубней, т. е. чем выше применялась доза азота, тем выше было и содержание белкового азота. В течение вегетации у всех вариантов имело место понижение доли белкового азота от общего содержания азота. У спелых клубней самая высокая доза азота понижала долю белкового азота. Содержание туберина к концу вегетации растет так же, как доля туберинового азота в белковом азоте. Максимально примененная доза азота по сравнению с минимальными дозами понижала как содержание, так и долю туберина. Дополнительные питательные вещества Са и Mg применяются вместе с высшими дозами основных питательных веществ N, P, K. Наиболее пригодными условиями для образования относительно оптимального содержания белков с максимальной долей туберина заданы вариантом удобрения до 160 кг д.н. азота на гектар с применением дополнительных питательных веществ кальция и магния.

картофель; питание; азот; кальций; магний; белки; туберин

MÍČA, B. (Potato Research and Breeding Institute, Havlíčkův Brod): *The Effect of Different Nutrition Conditions on the Content of Net Protein and Tuberin in Potatoes*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) :1153-1160.

The effect of nitrogen fertilization in combination with the application of the supplementary nutrients Ca and Mg was studied as exerted on the changes in the content and quality of potatoes. The content of total nitrogen decreased in the late flowering stage in all variants of the trial but an increase was then observed at the end of the growing season. Gradated application rates of nitrogen fertilizers elicited a gradated increase in the content of total nitrogen. The content of protein nitrogen in the stages of the growing season varied with the application rates of the basic nutrients. However, gradated nitrogen application rates influenced only the ripe tubers: the higher the nitrogen dose the higher the content of protein nitrogen. The proportion of protein nitrogen in total nitrogen content decreased in all variants during the growing season. In ripe tubers the highest nitrogen application rate reduced the content of protein nitrogen. Tuberin content increases towards the end of the growing season and the same applies to the proportion of tuberin nitrogen in protein nitrogen. The highest applied amount of nitrogen, as distinct from the lower application rates, also reduced the proportion of tuberin. The effect of the supplementary nutrients Ca and Mg depended on the level of the application rate of the basic nutrients N, P, K. The fertilization variant up to 160 kg N (pure nutrients) per ha with the use of calcium and magnesium as supplementary nutrients provides the best conditions for creating a relatively good protein content with the highest proportion of tuberin.

potatoes; nutrition; nitrogen; calcium; magnesium; protein; tuberin

MÍČA, B. (Forschungs- und Züchtungsinstitut für Kartoffelbau, Havlíčkův Brod): *Einfluß unterschiedlicher Bedingungen der Ernährung auf den Gehalt an Reineiweißstoffen und Tuberin bei Kartoffeln*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) :1153-1160.

Es wurde der Einfluß der Stickstoffdüngung in der Kombination mit der Düngung mit Ergänzungsnährstoffen Ca und Mg auf die Veränderungen im Gehalt und auch in der Qualität von Kartoffeln untersucht. Der Gehalt an Gesamtstickstoff sank bei allen Varianten des Versuches in der Phase der Abblüte, am Ende der Vegetation kam es jedoch wieder zu einer Erhöhung des Gehaltes. Die abgestuften Gaben von Stickstoffdüngern erhöhten auch abgestuft den Gehalt an Gesamtstickstoff. Der Gehalt an Eiweißstickstoff änderte sich in den einzelnen Vegetationsphasen in Abhängigkeit von der Höhe der Gabe von Grundnährstoffen. Der Einfluß der abgestuften Stickstoffgaben äußerte sich jedoch nur bei reifen Knollen, das bedeutet, je höher die Stickstoffgabe war, desto höher war auch der Gehalt an Eiweißstickstoff. Der Gehalt an Tuberin erhöht sich am Ende der Vegetation, ebenso wie der Anteil an Tuberinstickstoff im Eiweißstickstoff. Die höchste angewandte Stickstoffgabe setzte gegenüber niedrigeren Gaben den Gehalt und auch den Anteil an Tuberin herab. Die Ergänzungsnährstoffe Ca und auch Mg machen sich in Verbindung mit der Höhe der Gabe von Grundnährstoffen N, P und K nützlich. Die geeignetsten Bedingungen für die Bildung eines relativ günstigen Gehaltes an Eiweißstoffen mit dem höchsten Anteil an Tuberin werden durch die Düngungsvariante bis 160 kg Reinnährstoffe des Stickstoffes je ha mit Anwendung der Ergänzungsnährstoffe Kalzium und Magnesium gegeben.

Kartoffeln; Ernährung; Stickstoff; Kalzium; Magnesium; Eiweißstoffe; Tuberin

---

Adresa autora:

Ing. Bohumil Míča, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 366, 580 01 Havlíčkův Brod

---



# HODNOCENÍ DLOUHODOBÝCH ČASOVÝCH ZMĚN DRASLÍKU V PŮDĚ PŘI POUŽITÍ STOCHASTICKO-EMPIRICKÉHO MODELU

O. Hudcová, Z. Fürst

---

HUDCOVÁ, O. — FÜRST, Z. (Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Praha - Zbraslav): *Hodnocení dlouhodobých časových změn draslíku v půdě při použití stochasticko-empirického matematického modelu*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1161-1170.

Přeměny a chování jednotlivých forem půdního draslíku lze popsat pomocí vícerozměrného stochasticko-empirického modelu konstruovaného na bázi regresních funkcí jednotlivých komponentů uvažované soustavy (půda — klima — výnos biomasy). Modelové vyjádření změn a vzájemných vztahů půdních forem draslíku ( $K_v$ ,  $K_u$ , MKR, PKR), půdní reakce, hydrotermických poměrů daného přírodního stanoviště a výnosových reakcí pokusných plodin v závislosti na různé intenzitě a způsobu hnojení (vápnění) bylo uskutečněno s pomocí souboru experimentálních dat, získaných systematickým sledováním (pětileté) na bázi modelových stacionárních pokusů založených v různých půdně-stanovištních podmínkách ČSR (ČM, HM, HP, PZ). Z analýzy modelu vyplývá, že hladina všech forem draslíku je konkrétním důsledkem uplatnění řady faktorů a to jak vnitřních (hladina ostatních forem, zejména potenciální rezerva draslíku a půdní reakce), tak vnějších (srážky, teplota, výnos, čas). Vliv podmínek stanoviště (meteorologických a půdních) může být významnější, než způsob nebo intenzita hnojení.

draslík; formy draslíku; draslík výměnný; draslík uvolnitelný; mobilní a potenciální rezerva draslíku; hnojení K-hnojiv; stochasticko-empirický model; regresní funkce

---

Matematické metody zasahují stále výrazněji do všech vědních oborů. Jejich správné využití však není pouze záležitostí použití vlastních metod a příslušné výpočetní techniky, ale také záležitostí správných experimentálních dat získaných z předem promyšleného a logicky postaveného sledu pozorování. Při splnění těchto základních předpokladů jsou potom matematické metody činitelem, který umožní hlubší, přesnější a objektivnější analýzu, případně může vést i k určitým poznatkům prognostického charakteru. Jednou z nejpoužívanějších metod jsou matematické modely, ať stochastické nebo deterministické.

Cílem předkládané práce je především určitá aproximace k objektivnímu poznání vývoje změn půdního draslíku v důsledku uplatnění různých vnějších a vnitřních činitelů v podmínkách narůstající intenzifikace zemědělské výroby.

Předchozí studie (Hudcová, Fürst, 1981), stejně jako výsledky jiných autorů (Fürst, Damaška, 1980a; Schiller, 1978; Kupka a kol., 1979) ukázaly, že modelování půdních procesů pomocí jednoduchých modelů (jedné či dvou nezávisle proměnných veličin) ne-



přináší očekávané výsledky. Poněvadž řadu nezávisle proměnných lze vyjádřit jako funkce meteorologických prvků (Kupka a kol., 1979), příp. jejich konkrétního odrazu v hydrotermických poměrech půdy (Fürst, Damaška, 1980b), je nutno používat modelů složených. Tyto modely pochopitelně mohou být deterministické (Ulrich et al., 1979; Pavel, 1980) nebo stochastické (Kiseleva, 1968; Kupka, 1979). Do modelu je zejména třeba zahrnout vliv elementárních proměnných (meteorologických prvků) vzhledem k jejich vzájemné podmíněnosti a ve vztahu k průběhu půdních procesů (Pauw, 1962).

Lze předpokládat, že na základě poznatků získaných při respektování výše uvedených hledisek bude možno usměrnit empirický a experimentální výzkum na úseku půdní agrochemie a urychlit tak proces získání podkladů pro formulaci objektivních předpokladů agrochemické efektivity různých způsobů a intenzity hnojení s cílem získání maximálního efektu v konkrétních půdně-ekologických podmínkách při minimálním ohrožení čistoty životního prostředí.

## MATERIÁL A METODY

Experimentální řešení výzkumné problematiky spočívalo v systematickém a dlouhodobém sledování procesů změn půdního draslíku v podmínkách modelových změn stacionárních pokusů, založených v extrémně odlišných půdně-ekologických podmínkách ČSR, s různými kombinacemi a odstupňovanou intenzitou hnojení a vápnění půd.

Modelové stacionární pokusy byly založeny v roce 1976(77) na čtyřech pokusných bázích Geosítě Ústavu výživy rostlin VÚRV:

- Pohořelice, okres Břeclav: černozem na spraši (ČM), od roku 1976, kukuřičná výrobní oblast;
- Hněčoves, okres Hradec Králové: hnědozem černozemní (HM), od roku 1977, řepařská výrobní oblast;
- Humpolec, okres Pelhřimov: hnědá půda oglejená (HP), od roku 1977, bramborářská výrobní oblast;
- Vysoké nad Jizerou, okres Semily: hnědá půda podzolovaná (PZ), od roku 1976, horská výrobní oblast.

Půdně-stanovištní podmínky u uvedených pokusných lokalit jsou charakterizovány jednak podrobnými morfologicko-stratigrafickými popisy (na základě půdoznaleckého průzkumu), jednak meteorologickými ukazateli, s příslušným zařazením do klimatické oblasti.

Odběry půdních vzorků byly prováděny pravidelně na jaře (před setím) a na podzim (po sklizni plodin) z ornice dané lokality.

Schéma modelových stacionárních pokusů — varianty hnojení — je uvedeno v tab. I.

Sled plodin: pšenice jarní, kukuřice na siláž, resp. oves, krmná kapusta.

I. Schéma modelových stacionárních pokusů Geosítě VÚRV — varianty pokusů, hnojení — The layout of the model stationary trials within the Geo-Network of the Crop Production Research Institute — variants of trials, fertilization

| Číslo kombinace |      | Označení                      | Intenzita hnojení (kg . ha <sup>-1</sup> ) |            |
|-----------------|------|-------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| plodina         | úhor |                               | NPK                                        | Ca (Mg)    |
| 1               | 10   | 0 — nehnojená kontrola        | —                                          | —          |
| 4               | 12   | NPK (3) — III. úroveň hnojení | 819                                        |            |
| 6               | 13   | NPK (3) + Ca (Mg)             | 819                                        | 7100 (600) |

Druh hnojiv a doba zapravení:

|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| superfosfát granulovaný   | — podzim                 |
| draselná sůl 60 %         | — podzim                 |
| síran amonný              | — jaro (60 % dávky N)    |
| ledek amonný              | — na list (40 % dávky N) |
| chlévkový hnůj            | — k okopanině na podzim  |
| CaCO <sub>3</sub> , Remag | — k obilninám na podzim  |

Agrotechnika — běžná, použití herbicidů dle potřeby pšenice — postřik CCL, úhor — ošetření Gramoxon.

Sledování změn půdního draslíku — zahrnuje analytické stanovení půdních forem draslíku:

- draslík výměnný ( $K_v$ ) — Schlichting, Blume (1966),
  - draslík uvolnitelný ( $K_u$ ) — Schachtschabel (1961),
  - mobilní rezerva draslíku (MKR) — Semb, Uhlen (1955),
  - potenciální rezerva draslíku (PKR) — Hraško a kol. (1962),
- analytické stanovení změn  $pH_{H_2O}$  (elektrometricky), hydrotermické charakteristiky pokusných stanovišť, výnosy pokusných plodin.

## MATEMATICKO-STATISTICKÉ METODY HODNOCENÍ

Základní charakteristiky experimentálních dat (střední hodnoty, rozptyly) vyplývají z regresních funkcí příslušných proměnných (jsou uváděny pro každou závisle proměnnou jako členy  $a_0$ ; rozptyly jsou obsaženy v indexu korelace).

Vzájemné vztahy mezi jednotlivými sledovanými proměnnými byly zkoumány pomocí metod společné regresní analýzy, která zahrnuje významnost příspěvků jednotlivých proměnných k celkové variabilitě závisle proměnné pomocí metody analýzy rozptylu (Pešek, 1974). Významnost mnohonásobného složeného regresního modelu byla ověřována pomocí indexu korelace, sestaveného Studentovou  $t$ -statistikou (Michálek, 1975).

Vlastní výpočty byly prováděny na samočinném stolním kalkulátoru HP 9830 při použití příslušně modifikovaných softwarových programů, dodávaných výrobcem, příp. na programovatelném kalkulátoru TI 58 při použití vlastních programů.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Úvodem hodnocení půdně-ekologických aspektů používání průmyslových a vápenatých hnojiv v reprezentativních podmínkách rostlinné výroby ČSR, na změny půdních forem draslíku, je nutno zdůraznit, že poměrně krátká doba pětiletého sledování stacionárních pokusů neumožňuje zásadní a dostatečně objektivní formulace závěrů z hlediska zkoumaných změn. Informativní platnost dosažených výsledků je také dána podmíněnou souměřitelností jednorázových extrémních dávek živin v modelových pokusech a postupně se zvyšujících skutečných dávek průmyslových hnojiv. Přesto však v důsledku uplatnění extrémně vysokých dávek průmyslových hnojiv, příp. vápnění, bylo možno prokázat statisticky významné rozdíly (v práci neuváděny) mezi jednotlivými kombinacemi hnojení, jednotlivými horizonty půdního profilu, ročníky a zejména mezi pokusnými stanovišti.

Z uvedených důvodů lze předpokládat, že získané výsledky modelových pokusů jsou závažnými ukazateli vývojových tendencí zásobenosti půd draslíkem a mohou být do určité míry i objektivním kritériem prognózy o účincích vysokých dávek hnojiv na pedosféru, příp. hydrosféru.

## HYDROTHERMICKÁ CHARAKTERISTIKA POKUSNÝCH STANOVIŠŤ

Výběr pokusných lokalit představuje reprezentativní zastoupení půdně-ekologických stanovišť na území ČSR, charakterizované jak extrémně

II. Hydrotermické charakteristiky pokusných stanovišť. Modelové stacionární pokusy Geositě VÚRV (1976—1980) — Hydrothermic characteristics of the test sites. Model stationary trials within the Geo-Network of the Crop Production Research Institute (1976—1980)

| Pokusné stanoviště   | Ročník | Srážky (mm)<br>$\Sigma h$ za veget. období (h) | Teplota (°C)<br>$\bar{T}$ za vegetační období (T) |
|----------------------|--------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ČM<br>Pohořelice     | 1976   | 187                                            | 15,8                                              |
|                      | 1977   | 267                                            | 14,0                                              |
|                      | 1978   | 282                                            | 14,1                                              |
|                      | 1979   | 368                                            | 14,4                                              |
|                      | 1980   | 225                                            | 14,5                                              |
| HM<br>Hněvčeves      | 1977   | 601                                            | 13,2                                              |
|                      | 1978   | 324                                            | 13,5                                              |
|                      | 1979   | 409                                            | 18,0                                              |
|                      | 1980   | 570                                            | 13,4                                              |
| HP<br>Humpolec       | 1977   | 662                                            | 11,3                                              |
|                      | 1978   | 354                                            | 11,4                                              |
|                      | 1979   | 481                                            | 11,9                                              |
|                      | 1980   | 507                                            | 11,4                                              |
| PZ<br>Vysoké n. Jiz. | 1976   | 586                                            | 12,3                                              |
|                      | 1977   | 670                                            | 10,6                                              |
|                      | 1978   | 610                                            | 10,6                                              |
|                      | 1979   | 510                                            | 10,9                                              |
|                      | 1980   | 496                                            | 9,9                                               |

Pozn.: Vegetačním obdobím rozumíme dobu vegetace plodiny.

mitou půdních podmínek (černozemě — podzoly), tak i vertikální zonalitou (nížiny — hory) s odpovídající diferenciací klimatických podmínek. Změny hydrotermických ukazatelů na sledovaných stanovištích v letech 1976—1980 pak v podstatě odpovídají dlouholetému průměru meteorologických charakteristik.

Výsledky měření hodnot teploty vzduchu a srážek za vegetační období [v letech 1976—1980], sloužící jako podklad pro regresní model dlouhodobých časových změn půdního draslíku, jsou uvedeny v tab. II. Vyplývá z nich především konstatování, že klimatické podmínky pokusných stanovišť jsou [z hlediska srážek a teploty vzduchu] odlišné a vyjadřují zjevnou tendenci zhoršení teplotně-srážkových poměrů v pořadí lokalit: Pohořelice (ČM) — Hněvčeves (HM) — Humpolec (HP) — Vysoké nad Jizerou (PZ). Rok 1977 vykazuje u HM, HP a PZ nejvyšší srážkovou činnost a nejchladnější vegetační období.

#### VÝNOSY PĚSTOVANÝCH PLODIN POKUSNÝCH STANOVIŠŤ

I když hodnocení efektivnosti hnojení a vápnění z hlediska ovlivňování výnosů pokusných plodin nebylo předmětem řešení této práce,

III. Vliv hnojení a vápnění na výnosy pokusných plodin (t. ha<sup>-1</sup>). Modelové stacionární pokusy Geositě VÚRV (1976—1980) — The effect of fertilization and liming on the yields of test crops (t/ha). Model stationary trials within the Geo-Network of the Crop Production Research Institute (1976—1980)

ČM, HM { pšenice jarní: 1976, 1978, 1980  
kukuřice (sil.): 1977, 1979

HP, ZP { krmná kapusta: 1977, 1979  
oves (zel. hm.): 1976, 1978, 1980

| Pokusné stanoviště       | Ročník | Kombinace hnojení |         |                   |
|--------------------------|--------|-------------------|---------|-------------------|
|                          |        | 0                 | NPK (3) | NPK (3) +<br>+ Ca |
| ČM<br>Pohořelice         | 1976   | 3,9               | 3,9     | 3,6               |
|                          | 1977   | 32,9              | 48,0    | 46,5              |
|                          | 1978   | 3,1               | 3,6     | 3,3               |
|                          | 1979   | 39,2              | 46,0    | 45,3              |
|                          | 1980   | 4,0               | 7,6     | 8,2               |
| HM<br>Hněvčeves          | 1977   | 66,6              | 77,2    | 77,8              |
|                          | 1978   | 4,2               | 5,9     | 5,9               |
|                          | 1979   | 47,7              | 83,6    | 77,9              |
|                          | 1980   | 3,1               | 4,4     | 4,8               |
| HP<br>Humpolec           | 1977   | 34,7              | 68,5    | 63,4              |
|                          | 1978   | 4,8               | 4,0     | 3,2               |
|                          | 1979   | 20,9              | 57,3    | 67,1              |
|                          | 1980   | 3,7               | 5,7     | 6,1               |
| PZ<br>Vysoké nad Jizerou | 1976   | 2,9               | 2,9     | 3,1               |
|                          | 1977   | 37,6              | 51,2    | 49,9              |
|                          | 1978   | 23,9              | 51,5    | 66,5              |
|                          | 1979   | 23,1              | 26,5    | 53,4              |
|                          | 1980   | 33,3              | 70,3    | 70,8              |

pokládáme za nutné jejich interpretaci a to v souvislosti s oceňováním specifického účinku půdně-klimatických faktorů na změny půdního draslíku vyvolané stupňovanou intenzitou hnojení průmyslovými hnojivy a vápněním. Přehled výnosů zemědělských plodin (absolutní hodnoty — t. ha<sup>-1</sup>) za celé pokusné období je uveden v tab. III. Z údajů především vyplývá jednoznačně pozitivní vliv sledovaných kombinací hnojení na zvýšení výnosů pokusných plodin v jednotlivých letech i když s rozdílným účinkem na různých stanovištích. Vliv intenzity hnojení se projevuje jinak u obilovin (při nejvyšší dávce NPK-hnojiv určitá výnosová deprese), jinak u okopanin (trvale vzestupná tendence).

Vliv vnějších a vnitřních činitelů půdní soustavy na změny půdního draslíku jsme analyzovali pomocí stochasticko-empirického regresního modelu, který nejlépe odpovídal našim možnostem použití výpočetní

IV. Výsledky vícerozměrné regresní analýzy závislosti výše hladiny forem vazby draslíku na hydrotermických podmínkách, čase a půdní reakci. Modelové stacionární pokusy Geositě VÚRV — The results of multidimensional regression analysis of the dependence of the levels of the forms of potassium bond on hydrothermic conditions, on time, and soil pH value. Model stationary trials within the Geo-Network of the Crop Production Research Institute

| Proměnná             | 0     |                    |        | NPK 3  |                    |        | NPK 3 + Ca |                    |        |
|----------------------|-------|--------------------|--------|--------|--------------------|--------|------------|--------------------|--------|
|                      | F     | koeficient regrese | t      | F      | koeficient regrese | t      | F          | koeficient regrese | t      |
| Ku                   | 1,138 | — 0,044            | —0,700 | 12,396 | 0,043              | 0,181  | 9,536      | — 0,085            | —1,285 |
| MKR                  | 2,447 | — 0,096            | —0,712 | 1,539  | 0,005              | 0,037  | 8,367      | 0,041              | 0,817  |
| PKR                  | 1,099 | 0,074              | 0,794  | 2,120  | 0,048              | 0,340  | 2,986      | 0,061              | 2,571  |
| pH                   | 0,547 | 6,097              | 0,858  | 0,427  | 6,868              | 0,654  | 1,476      | — 5,216            | —1,215 |
| Σh                   | 1,598 | 0,003              | 0,089  | 3,007  | 0,085              | 1,145  | 0,699      | — 0,025            | —1,081 |
| ΣT                   | 0,264 | — 0,008            | —0,217 | 0,198  | — 0,029            | —0,463 | 3,334      | 0,036              | —0,871 |
| t                    | 1,001 | — 2,321            | —1,071 | 0,693  | 5,890              | 1,056  | 0,438      | 2,581              | 0,992  |
| Výnos                | 1,051 | — 0,047            | —1,752 | 0,157  | — 0,016            | —0,538 | 1,714      | — 0,007            | —0,484 |
| Kv <sub>0</sub>      |       | 6,35               |        |        | —57,468            |        |            | 71,975             |        |
| I <sub>yx1...8</sub> |       | 0,836              |        |        | 0,896              |        |            | 0,922              |        |
| t                    |       | 3,406              |        |        | 4,531              |        |            | 5,343              |        |

$$F_{\text{krit}} = 5,05 \quad t_{\text{krit}}(\text{koef.}) = 1,76 \quad t_{\text{krit}}(I_{yx}) = 2,57$$

|                      |        |         |        |         |         |        |        |         |        |
|----------------------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|
| MKR                  | 28,391 | — 1,303 | —1,696 | 223,147 | 0,029   | 0,121  | 74,085 | 0,578   | 2,890  |
| PKR                  | 4,099  | 1,126   | 2,594  | 4,965   | 0,415   | 2,360  | 1,669  | 0,087   | 0,621  |
| pH                   | 4,119  | —77,895 | —2,031 | 2,361   | —23,572 | —1,536 | 0,024  | 1,133   | 0,040  |
| Σh                   | 2,599  | — 0,425 | —2,201 | 0,241   | — 0,160 | —1,444 | 0,018  | — 0,004 | —0,025 |
| ΣT                   | 0,321  | 0,068   | 0,272  | 0,294   | 0,036   | 0,337  | 0,597  | — 0,135 | —0,542 |
| t                    | 0,671  | — 1,151 | —0,135 | 6,896   | —18,125 | —2,958 | 5,456  | —26,003 | —2,175 |
| Výnos                | 0,181  | 0,236   | 1,609  | 0,221   | 0,072   | 1,604  | 0,203  | 0,033   | 0,407  |
| Ku <sub>0</sub>      |        | 634,967 |        |         | 213,168 |        |        | 59,427  |        |
| I <sub>yx1...7</sub> |        | 0,933   |        |         | 0,987   |        |        | 0,956   |        |
| t                    |        | 6,809   |        |         | 15,424  |        |        | 8,343   |        |

$$F_{\text{krit}} = 4,39 \quad t_{\text{krit}}(\text{koef.}) = 1,76 \quad t_{\text{krit}}(I_{yx}) = 2,45$$



|                  |        |         |        |         |         |        |        |         |        |
|------------------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|
| PKR              | 313,49 | 0,557   | 15,258 | 252,901 | 0,721   | 14,957 | 34,257 | 0,553   | 3,395  |
| pH               | 2,018  | -23,652 | -1,420 | 2,390   | -32,196 | -1,547 | 0,102  | 5,024   | 0,109  |
| $\Sigma h$       | 0,148  | -0,125  | -1,517 | 0,138   | -0,257  | -1,773 | 1,237  | -0,186  | -0,707 |
| $\Sigma T$       | 0,066  | 0,114   | 0,947  | 3,378   | -0,134  | -0,838 | 0,902  | -0,381  | -0,851 |
| t                | 0,555  | 4,394   | -1,385 | 0,080   | -5,738  | -0,612 | 0,412  | 12,135  | 0,549  |
| Výnos            | 0,492  | 0,001   | 0,014  | 0,001   | 0,085   | 1,369  | 1,081  | -0,037  | -0,241 |
| MKR <sub>0</sub> |        | 210,303 |        |         | 336,125 |        |        | 184,051 |        |
| $I_{yx1...6}$    |        | 0,989   |        |         | 0,987   |        |        | 0,918   |        |
| t                |        | 17,806  |        |         | 16,098  |        |        | 6,154   |        |

$$F_{krit} = 3,79 \quad t_{krit}(\text{koef.}) = 1,76 \quad t_{krit}(I_{yx}) = 2,36$$

|                  |       |          |        |       |         |        |        |           |        |
|------------------|-------|----------|--------|-------|---------|--------|--------|-----------|--------|
| pH               | 1,651 | 188,535  | 1,258  | 1,003 | -8,342  | -1,055 | 12,414 | 238,428   | 3,523  |
| $\Sigma h$       | 0,439 | 0,395    | 0,502  | 0,232 | -0,171  | -0,161 | 4,078  | 1,051     | 2,286  |
| $\Sigma T$       | 0,048 | -0,268   | -0,257 | 0,310 | 0,606   | 0,524  | 0,498  | -0,923    | -1,007 |
| t                | 0,417 | -5,509   | -0,148 | 0,025 | 9,765   | 0,142  | 0,087  | -47,170   | -1,048 |
| Výnos            | 0,594 | -0,916   | -1,473 | 0,823 | -0,357  | -0,812 | 0,923  | -0,138    | -0,419 |
| PKR <sub>0</sub> |       | -781,432 |        |       | 379,972 |        |        | -1401,490 |        |
| $I_{yx1...5}$    |       | 0,529    |        |       | 0,517   |        |        | 0,797     |        |
| t                |       | 2,493    |        |       | 2,420   |        |        | 5,287     |        |

$$F_{krit} = 3,36 \quad t_{krit}(\text{koef.}) = 1,76 \quad t_{krit}(I_{yx}) = 2,31$$

Pozn.:  $K_v$  – draslík výměnný

$K_u$  – draslík uvolnitelný

MKR – mobilní rezerva draslíku

PKR – potenciální rezerva draslíku

pH – pH aktivní

$\Sigma h$  – suma srážek za vegetaci

$\Sigma T$  – suma teplot za vegetaci

t – čas v letech

$F_{krit}$   
 $t_{krit}(\text{koef.})$   
 $t_{krit} I_{yx}$

} testovací charakteristiky

techniky. Vlastní konstrukce modelu spočívala v řešení soustavy rovnic typu

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \dots + a_nx_n \quad (1)$$

kde:

$y$  je závisle proměnná veličina ( $K_v$ ,  $K_u$ , MKR, PKR)

$x_1 \dots x_n$  nezávisle proměnné veličiny ( $K_u$ , MKR, PKR, pH, výnos, srážky, teploty)

$a_0 \dots a_n$  jsou příslušné regresní koeficienty.

Z výsledků provedené analýzy modelu [tab. IV] vyplývá, že hladina výměnného draslíku je závislá na výši hladiny uvolnitelného draslíku, mobilní a potenciální rezervě draslíku, půdní reakci, srážkách, výnosu a čase. Vliv jednotlivých nezávisle proměnných se zvyšuje po aplikaci vysokých dávek NPK-hnojiv, příp. v kombinaci s vápněním, NPK-hnojení zvyšuje zejména závislost hladiny výměnného draslíku na hladině uvolnitelného draslíku, srážkách a na hladině potenciální rezervy draslíku. Vysoké dávky NPK v kombinaci s vápněním zvyšují závislost výměnného draslíku na hladinách draslíku uvolnitelného, mobilní a potenciální rezervy, dále pak na půdní reakci. Na druhé straně, v důsledku hnojení klesá míra závislosti  $K_v$  na čase (hnojení zároveň obrací smysl závislosti) a na výnosu. Hladina uvolnitelného draslíku je maximálně ovlivňována hladinou mobilní rezervy draslíku. Vliv hladiny potenciální rezervy draslíku klesá u kombinace s vápněním pod mez významnosti. Půdní reakce a srážky ovlivňují hladinu uvolnitelného draslíku zejména na nehnojené kombinaci. Aplikací vysokých dávek NPK míra vlivu klesá, u kombinace s vápněním je vliv těchto dvou proměnných prakticky zanedbatelný. Závislost na čase v důsledku hnojení stoupá, je však negativní, což lze vysvětlit určitými procesy mobilizace, eventuálně se zde uplatňují i určité migrační efekty; této okolnosti nasvědčuje i negativní závislost na srážkách. Výnos pokusných plodin v našich pokusech tuto formu draslíku pravděpodobně neovlivňuje. Závislost MKR na PKR je zcela evidentní a do určité míry maskuje vliv ostatních proměnných; stejně jako v předchozím případě se uplatňuje vliv půdní reakce a srážek, který narůstá v důsledku NPK-hnojení a prudce klesá u kombinace s vápněním. Na nehnojené kombinaci se zvyšuje negativní vliv času. Hladina potenciální rezervy draslíku závisí významně pouze na půdní reakci a na srážkách, ale pouze u kombinace s vápněním. Ostatní závislosti na meteorologických podmínkách nejsou sice statisticky významné, ale rozhodně nejsou zanedbatelné, jak poukazovali i jiní autoři (Scheffer, Welte, 1955; Pauw, 1958).

Z celkového hodnocení výsledků mnohonásobné regresní analýzy vyplývá skutečnost, že hladina všech forem vazby draslíku je konkrétním důsledkem uplatnění řady faktorů a to jak vnitřních (hladina ostatních forem, zejména PKR a půdní reakce), tak i vnějších (srážky, teplota, výnos, čas). Z tab. IV je patrné, že vliv lineární kombinace všech faktorů je mnohonásobně významnější, než vlivy jejich dílčích složek. Jako takovou je nutno každou tuto závislost zkoumat. Je velice pravděpodobné, že v případě vhodného výběru stanovišť v určitých, více méně konstantních, klimatických podmínkách budou významné i vztahy méně komplikované (např. párové lineární vztahy) jak např. uvádí Bujdos (1975) pro MKR a PKR.

Nutno uvést, že budeme-li však aplikovat tuto analýzu na větší po-

čet diametrálně odlišných stanovišť, příp. po extrémním uplatnění vlivu meteorologických podmínek, zjistíme, že tyto jednoduché vztahy nestačí (Burkhardt a Amberger, 1977) a že je třeba vyjadřovat časové změny hladiny půdních forem draslíku pomocí vícerozměrných modelů podobně jako Fürst a Damaška (1980) vyjadřovali časové změny přístupných živin. Vzhledem k tomu, že cílem naší práce nebylo studium časových změn vazby draslíku v závislosti na hydrotermických podmínkách, ale zkoumání těchto změn vlivem různé intenzity a způsobu hnojení, neodpovídá skladba nezávisle proměnných v našem modelu skladbě modelů Fürst, Damaška (1980) nebo Kupka a kol. (1979). Nicméně při hodnocení výsledků analýzy pomocí našeho modelu vyplývají prakticky stejné závěry k jakým dospěli uvedení autoři — časové změny jednotlivých forem draslíku jsou značně ovlivněny povětrnostními podmínkami v daném ročníku. Kolísání hladiny jednotlivých forem v důsledku tohoto faktoru jsou často významnější než změny způsobené různou intenzitou nebo způsobem hnojení. Zdá se, že uvedené faktory pouze zvyrazňují nebo tlumí dopad vnějších činitelů.

Předmětem našeho dalšího výzkumu bude ověření širší použitelnosti matematického modelu a odvození takové soustavy funkcí, která by dostatečně přesně charakterizovala změny půdních forem draslíku bez ohledu na specifický průběh počasí v ročníku. V tomto směru budou ověřovány nejen nové matematické postupy, které by splňovaly požadavek stability koeficientů funkcí v čase pro jednotlivé ročníky, ale i možnosti jejich širšího stanovištně-prostorového zobecnění.

## Literatura

- BUJDOŠ, G.: Formy draslíka v hlavních půdních typech Slovenska a ich využitelnost rastlinami. [Závěrečná zpráva.] Nitra, VŠP 1975.
- BURKHART, N. — AMBERGER, A.: Wirkung einer Kaliumdüngung auf Mineralstoffaufnahme, Ertrag und Qualität landwirtschaftlicher Kulturpflanzen auf Kaliumoxiderenden Böden Südbayerns, Bayerisches landw. Jahrbuch, 54, 1977, 5, s. 615-626.
- FÜRST, Z. — DAMAŠKA, J.: Matematické řešení vícerozměrného nelineárního modelu sezónní dynamiky půdních vlastností. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980a.
- FÜRST, Z. — DAMAŠKA, J.: Ovlivnění agrochemických faktorů půdní úrodnosti hnojením a vápněním. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980b.
- HRAŠKO, J. a kol.: Rozbory pôd. Bratislava, SVPL 1962.
- HUDCOVÁ, O. — FÜRST, Z.: Korelační vztahy mezi formami draslíku a agrochemickými vlastnostmi půd. Rostl. Výroba, 27, 1981, č. 3, s. 257-266.
- KISELEVA, T. L.: Statistické analýzy korelačních funkcí, Bjull. NTI po agron. fizike 11. Gidrometeoizdat. Leningrad, 1968, s. 38-45.
- KUPKA, J. a kol.: Dynamika příjmu živin NPK ve vztahu k vodnímu stavu rostlin a využití světelné energie u bobu obecného. [Závěrečná zpráva.] Praha - Suchdol, VŠZ 1979.
- MICHÁLEK, J.: Regresní analýza. Brno, PGS UJEP 1975.
- PAAUW, van der F.: Periodical fluctuations of soil fertility and crop yield, Congr. of Soil Sci. Amsterdam — Groningen II., 1962, s. 151-155.
- PAVEL, L.: Zákonitosti translokace některých půdních součástí. [Závěrečná zpráva.] Praha - Suchdol, VŠZ 1980.
- PEŠEK, J.: Korelační analýza. Brno, PGS UJEP 1974.
- SEMB, G. — UHLEN, G.: A comparison of different analytical methods for the determination of potassium and phosphorus in soil on field experiments, Act. Agric. Scand., 1955, č. 1, s. 44-68.
- SCHACHTSCHABEL, P.: Fixierung und Nachlieferung von Kalium und Ammonium-

-Ionen Beurteilung und Bestimmung des Kalium-Versorgungsgrades von Böden. Landw. Forsch., 15, 1961, s. 29-47.  
 SCHEFFER, F. — WELTE, E.: Das dynamische Verhalten des Kaliums in den Böden des gemäßigten Klimas, Kalium-symposium. Roma 1955.  
 SCHILLER, H. et al.: Die Aufnahme von Boden — und zusätzlich verabreichtem Düngerkalium durch die Pflanze. Die Bodenkultur, 29, 1978, č. 3, s. 252-329.  
 SCHLICHTING, E. — BLUME, H.: Bodenkundliches Prakticum, Paul Parey — Verlag, Berlin 1966.  
 ULRICH, F. R. — PLOEG van der — PRENZEL, J.: Matematische Modellierung der Funktionen des Bodens im Stoffhaushalt von Ökosystemen. Z. Pfl. Zücht. Bodenkde, 142, 1979, s. 259-274.

Došlo dne 16. 6. 1981

ГУДЦОВА, О. — ФЮРСТ, З. (Научно-исследовательский институт по повышению плодородия почв, Прага - Збраслав): Оценка многолетних временных изменений калия в почве с применением стохастическо-эмпирической математической модели. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1161-1170.

Преобразование и поведение отдельных форм почвенного калия можно описать с помощью многомерной стохастическо-эмпирической модели, построенной на базе регрессивных функций отдельных компонентов предполагаемой системы (почва — климат — выход биомассы). Модельное выражение изменений и взаимных соотношений почвенных форм калия ( $K_v$ ,  $K_u$ , MKR, PKR), почвенной реакции, гидротермических условий данного естественного места произрастания и реакций урожая опытных культур в зависимости от разной интенсивности и способа удобрения (известкования) проводилось с помощью комплекса экспериментальных данных, полученных путем систематического изучения (в течение пяти лет) на базе модельных стационарных опытов, заложенных в разных почвенных местах произрастания ЧССР (чернозем, бурозем, бурая почва, подзолистая почва). Из анализа модели вытекает, что уровень всех форм связи калия является конкретным последствием целого ряда факторов, а именно как внутренних (уровень остальных форм, главным образом потенциальный запас калия и почвенная реакция), так и внешних (осадки, температура, урожай, время). Влияние условий места произрастания (метеорологических и почвенных) может быть более значимым, чем способ или интенсивность удобрения.

калий; формы калия; калий обменный; калий освобождаемый; мобильный и потенциальной запас калия; калийное удобрение; стохастическо-эмпирическая модель; регрессивная функция

HUDCOVÁ, O. — FÜRST, Z. (Research Institute for Soil Improvement, Praha - Zbraslav): *Evaluation of Long-Time Changes in Soil Potassium Using the Stochastic-Empirical Mathematical Model*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1161-1170.

The changes and behaviour of the forms of soil potassium can be described by means of a multidimensional stochastic-empirical model constructed on the basis of the regression functions of different components of the studied system (soil — climate — biomass yields). The model expression of the changes and mutual relationships of the soil forms of potassium ( $K_v$ ,  $K_u$ , MKR, PKR), soil pH, hydrothermic conditions of the natural site and yield reactions of the tested crops in dependence on fertilization rates and methods (liming) was based on the use of a set of experimental data obtained by empirical study (conducted for five years); this study consisted of model stationary experiments performed under different conditions of soil and environment in the Czech Socialist Republic (chernozem soil, brown forest soil, gray-brown podzolic soil, podzolic soil). The analysis of the model indicates that the proportions of all forms of potassium bond are the actual result of the effect of a number of factors, both internal (proportions of other forms, particularly the potential potassium reserve and soil pH value) and external (precipitation, temperatures, yields, time). The effect of site conditions (meteorological and soil factors) may be more important than the effect of the method or rate of fertilization.

potassium; potassium forms; exchangeable potassium; available potassium; mobile and potential potassium reserve (MKR, PKR); K-fertilizer application; stochastic-empirical model; regression function

Adresa autorů:

Ing. Olga Hudcová, CSc., ing. Zdeněk Fürst, CSc., Výzkumný ústav pro zúrodnění zemědělských půd, Zabovřeská 250, 255 80 Praha 5 - Zbraslav

P. Strnad

STRNAD, P. (Výzkumná stanice rostlinné výroby, Čáslav): *Vliv močoviny na výživu, výnos a kvalitu cukrovky*. Rostl. Výroby, 28, 1982 (11): 1171-1176.

Ve čtyřletém pokusu na degradované černozemi v Čáslavi byl sledován vliv jednorázové a dělené dávky dusíku v močovinně aplikované na podzim a před setím. Zbytek dusíku při dělené aplikaci byl dodán v ledku amonném s vápencem po vyjednocení. Při celkové dávce  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$  nebyl v průměru ani v jednotlivých letech výnos kořene ani chrástu průkazně rozdílný. Rovněž procento cukernatosti ani výnos rafinády se v průměru podstatněji nelišily. V jednotlivých letech však hnojení močovinou na podzim při chladnějším průběhu vegetační doby působilo na cukernatost a výnos rafinády pozitivně, při teplejším vegetačním období naopak negativně. Při jednorázové podzimní aplikaci močoviny se při sklizni u kořene mírně zvýšila koncentrace N, K, Ca a Na, u listů Na. Celkový odběr živin se však v průměru i v jednotlivých letech podle variant hnojení podstatněji nelišil.

cukrovka; hnojení močovinou; výživa; výnos; kvalita

Močovina je významným koncentrovaným dusíkatým hnojivem. Práci o využití močoviny není u nás mnoho. Obecnějšího charakteru je publikace K n o p a a kol. (1974). V pokusech VŠÚŘ v Semčicích nebyl při hnojení cukrovky močovinou zjištěn rozdíl oproti síranu amonnému a ledku amonnému s vápencem (Chochola, Fiedler, 1975).

Pokud jde o kvalitu, Chochola (1978) na základě polyfaktoriálních pokusů zjistil při hnojení močovinou oproti dalším dusíkatým hnojivům pouze tendenci k lepším výsledkům.

Příspěvkem k dalšímu rozšíření poznatků o účincích a působení močoviny u cukrovky je i tato práce.

## MATERIÁL A METODY

Pokus s rozdílnou aplikací močoviny k cukrovce byl zakládán v letech 1976—1979 v Čáslavi. Osevní postup jarní ječmen — cukrovka. Do pokusu byly zařazeny čtyři varianty hnojení ve čtyřech opakováních. Velikost pokusných parcel byla  $6 \times 6 \text{ m}$ , sklízela se plocha devíti řádků  $\times 4 \text{ m}$ . Bylo vyséváno obrušované osivo odrůdy 'Dobrovická A', při řádkové vzdálenosti 45 cm.

Půdní profil pokusného pozemku má humózní horizont mocnosti 40 až 60 cm. Ornice je šedohnědá hlinitá s obsahem 2 až 3 % humusu. Průměrné agrochemické vlastnosti ornice do 20 cm na podzim před zařazováním cukrovky: pH v KCl 5,7; obsah přístupného fosforu podle Egnéra  $37 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; obsah přístupného draslíku podle Schachtschabela  $152 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ; obsah přístupného hořčíku podle Schachtschabela  $85 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .



## Schéma hnojení:

| Varianta | Hnůj<br>t.ha <sup>-1</sup> | N   | Hnojení průmyslovými hnojivy v kg.ha <sup>-1</sup> |                    |    |     |
|----------|----------------------------|-----|----------------------------------------------------|--------------------|----|-----|
|          |                            |     | druh                                               | dobu aplikace      | P  | K   |
| 1        | 40,0                       | 120 | MO                                                 | při orbě na podzim | 88 | 166 |
| 2        | 40,0                       | 60  | MO                                                 | při orbě na podzim | 88 | 166 |
|          |                            | 60  | LAV                                                | po vyjednčení      |    |     |
| 3        | 40,0                       | 120 | MO                                                 | před setím         | 88 | 166 |
| 4        | 40,0                       | 60  | MO                                                 | před setím         | 88 | 166 |
|          |                            | 60  | LAV                                                | po vyjednčení      | 88 | 166 |

Fosforečná hnojiva ve formě superfosfátu a draselná hnojiva v 60% draselné soli byla zaorávána na podzim současně s hnojem.

Během vegetace a při sklizni byly odebírány vzorky rostlin k chemickým analýzám, které byly provedeny v laboratoři OP Státní statky Tachov ve Stříbře. Cukernatost byla stanovena ve VŠÚR v Semčicích.

Průběh povětrnostních podmínek během vegetace cukrovky:

| Měsíc         | Teplota °C |       |       |       | Srážky mm |       |       |       |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
|               | 1976       | 1977  | 1978  | 1979  | 1976      | 1977  | 1978  | 1979  |
| IV.           | 8,2        | 6,6   | 7,6   | 7,6   | 16,1      | 48,5  | 34,1  | 57,0  |
| V.            | 14,3       | 13,2  | 12,5  | 14,5  | 39,2      | 58,6  | 71,3  | 16,1  |
| VI.           | 17,8       | 16,8  | 16,3  | 19,7  | 37,4      | 59,5  | 31,0  | 185,9 |
| VII.          | 20,3       | 17,4  | 16,0  | 16,4  | 24,4      | 109,2 | 44,0  | 58,4  |
| VIII.         | 16,8       | 16,8  | 14,8  | 17,4  | 29,6      | 201,5 | 79,5  | 56,4  |
| IX.           | 13,3       | 12,1  | 13,1  | 14,1  | 43,0      | 59,3  | 43,4  | 101,6 |
| Průměr celkem | 15,13      | 13,82 | 13,38 | 14,95 | 189,7     | 536,6 | 303,3 | 475,4 |

## VÝSLEDKY

Výnosu kořene a chrástu cukrovky (tab. I) se ve čtyřletém průměru v jednotlivých letech podstatně nelišily. Rozdíly mezi různými variantami hnojení nejsou statisticky významné. U kořene je sice patrná tendence k vyšším výnosům u variant 2 a 3, avšak tyto rozdíly nejsou v jednotlivých letech zcela jednoznačné a dochází ke značnému kolísání. U chrástu byl v průměru maximální výnos dosažen na variantě 4, ale i zde jsou výsledky v jednotlivých letech velmi variabilní.

Cukernatost kořene byla v průměru u obou variant s podzimní aplikací močoviny nižší než při jarním hnojení. Velmi výrazné snížení cukernatosti bylo však zaznamenáno v letech 1976 a 1979 při jednorázovém podzimním hnojení močovinou, naproti tomu v roce 1977 byla cukernatost na této variantě hnojení výrazně vyšší (tab. II).



I. Výnos cukrovky ( $t \cdot ha^{-1}$ ) — The yield of sugar-beet ( $t/ha$ )

| Rok    | Kořen    |      |      |      | Chrást   |      |      |      |
|--------|----------|------|------|------|----------|------|------|------|
|        | varianta |      |      |      | varianta |      |      |      |
|        | 1        | 2    | 3    | 4    | 1        | 2    | 3    | 4    |
| 1976   | 36,4     | 38,4 | 39,2 | 35,3 | 35,3     | 36,9 | 35,4 | 32,7 |
| 1977   | 45,3     | 44,3 | 44,1 | 43,7 | 42,2     | 42,6 | 44,4 | 46,7 |
| 1978   | 62,7     | 73,7 | 66,6 | 64,1 | 55,6     | 51,— | 53,5 | 54,5 |
| 1979   | 43,4     | 40,7 | 40,5 | 43,7 | 50,7     | 48,1 | 49,3 | 55,— |
| Průměr | 46,9     | 49,3 | 47,6 | 46,7 | 45,9     | 45,6 | 44,6 | 47,2 |

II. Cukernatost (%) — Sugar percentage

| Varianta | 1976  | 1978  | 1979  | Průměr |
|----------|-------|-------|-------|--------|
| 1        | 17,—  | 18,50 | 15,86 | 17,12  |
| 2        | 16,88 | 17,76 | 15,65 | 16,76  |
| 3        | 17,26 | 17,36 | 16,85 | 17,16  |
| 4        | 17,32 | 18,06 | 16,51 | 17,30  |

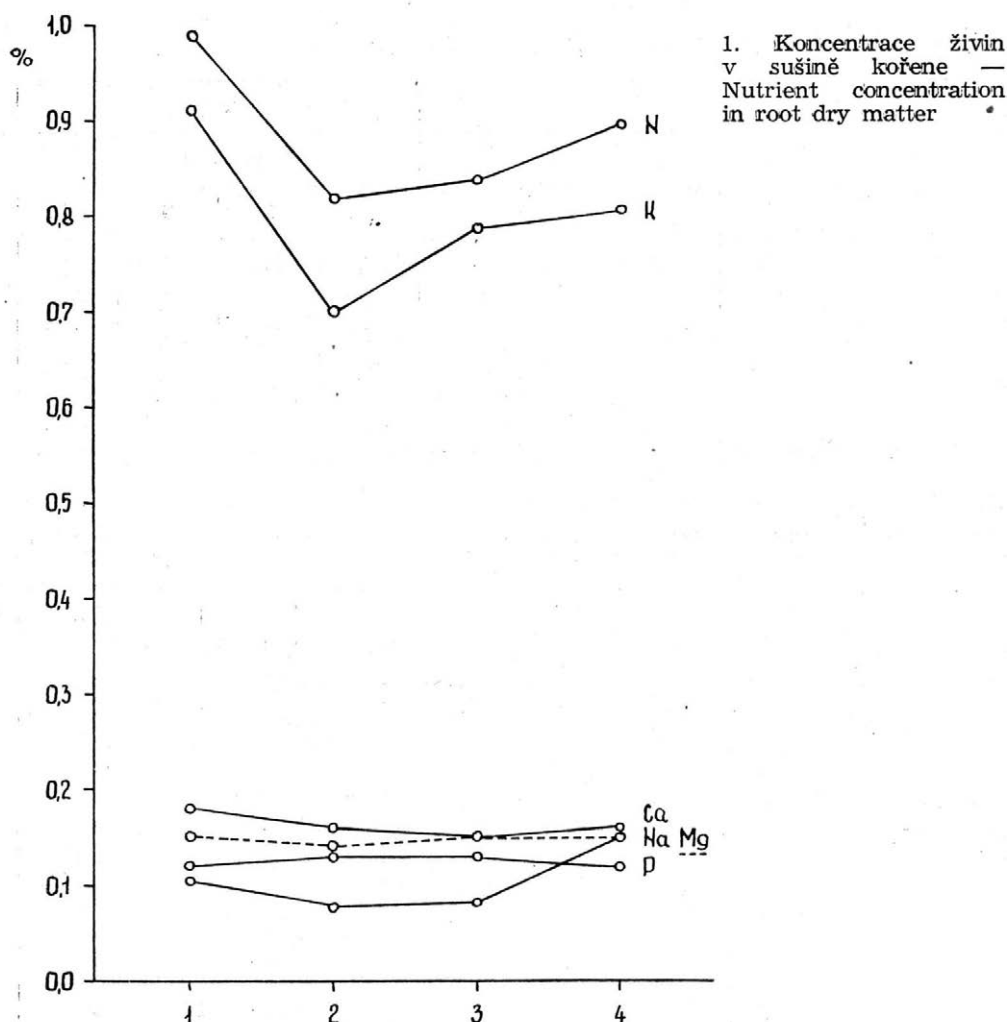
III. Výnos rafinády ( $t \cdot ha^{-1}$ ) — Refined sugar yield ( $t/ha$ )

| Varianta | 1976 | 1978  | 1979 | Průměr |
|----------|------|-------|------|--------|
| 1        | 4,88 | 9,92  | 5,85 | 6,88   |
| 2        | 5,10 | 10,97 | 5,27 | 7,11   |
| 3        | 5,46 | 9,67  | 5,87 | 7,—    |
| 4        | 4,81 | 9,86  | 5,90 | 6,86   |

Výnos rafinády byl v průměru nejvyšší na variantě 2 s aplikací poloviční dávky dusíku v močovíně na podzim. Ke značným rozdílům však došlo opět v jednotlivých letech. Nižší výnos rafinády byl dosažen v letech 1976 a 1979 při podzimní aplikaci močoviny, zatímco v roce 1977 byl právě na těchto variantách výnos rafinády nejvyšší (tab. III).

Koncentrace jednotlivých prvků sledovaná v rostlinách během vegetace nebyla v období dvou až třech párů listů u jednotlivých variant hnojení rozdílná. V období pěti až osmi párů listů byla u listů cukrovky na variantě 1 zjištěna zejména vyšší koncentrace draslíku, mírně se zvýšila i koncentrace dusíku, fosforu a vápníku. Koncentrace prvků stanovená u kořene cukrovky při sklizni byla při jednorázové aplikaci dusíku v močovíně na podzim (varianta 1) vyšší u N, Na, K a Ca (obr. 1). U listů cukrovky byla zjištěna u této varianty pouze vyšší koncentrace sodíku (obr. 2).

Celkový odběr živin podle jednotlivých variant hnojení se v průměru podstatněji nelišil a je uveden v tab. IV.



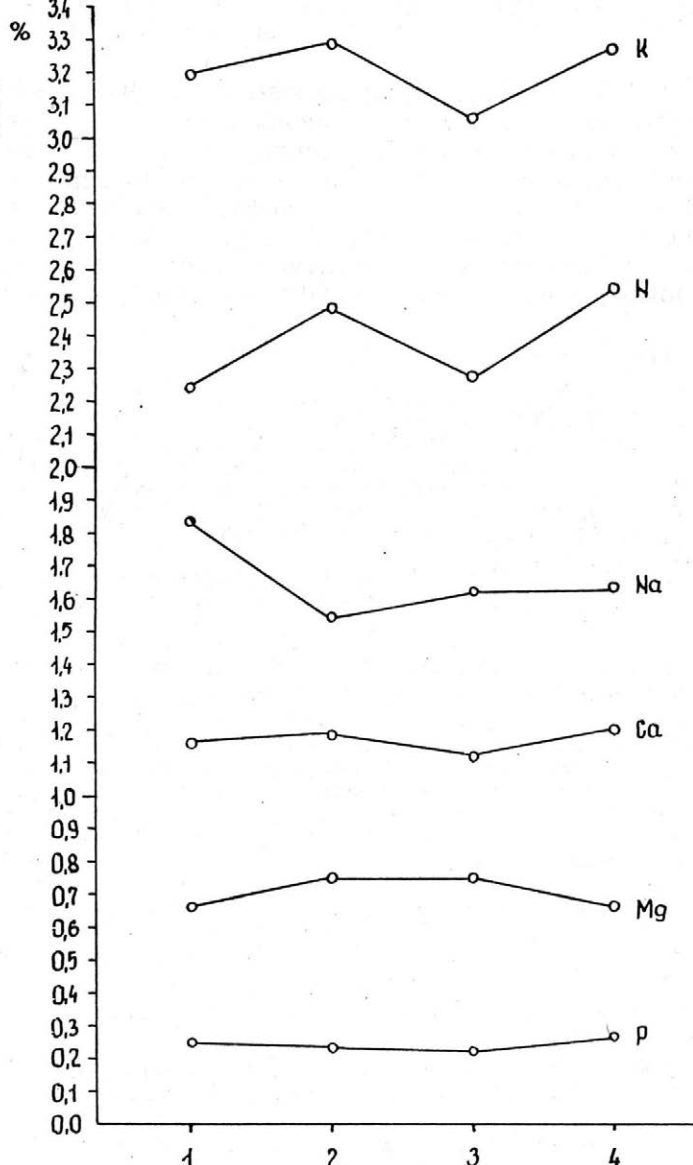
IV. Celkový odběr živin ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) — The total uptake of nutrients ( $\text{kg/ha}$ )

| Varianta | N   | P  | K   | Na  | Ca | Mg |
|----------|-----|----|-----|-----|----|----|
| 1        | 227 | 28 | 279 | 119 | 85 | 53 |
| 2        | 223 | 28 | 262 | 92  | 82 | 56 |
| 3        | 215 | 27 | 258 | 102 | 79 | 56 |
| 4        | 234 | 28 | 173 | 114 | 87 | 52 |

## DISKUSE

Na degradované černozemi v Čáslavi nebyly zjištěny průkazné výnosové rozdíly kořene a chrástu cukrovky při jednorázové nebo dělené dávce dusíku a při různé době aplikace močoviny. Ke snížení výnosu nedošlo v průměru ani při jednorázové aplikaci močoviny na podzim, což v podstatě odpovídá výsledkům Chocholy (1978). Dosažené výsled-

2. Koncentrace živin  
v sušině listů —  
Nutrient concentration  
in leaf dry matter



ky zcela potvrzují doporučené částečné hnojení dusíkem ve vhodné formě již na podzim na půdách s dobrou sorpční schopností (Fiedler — cit. K n o p, 1974; S t r n a d, 1980).

V podmínkách pokusu bylo zjištěno, že při jednorázové, nebo částečné aplikaci močoviny na podzim nedocházelo k výnosovému poklesu ani v letech s nadměrnými srážkami. Při jednorázové aplikaci močoviny na jaře při výsevu geneticky jednoklíčkového osiva je však třeba dávky pečlivě zvažovat, aby nedocházelo k poškozování klíčících semen. Jak prokázal V a l e š (1980), dochází nejen k nižší vzcházivosti, ale i k dalšímu odumírání rostlin krátce po vzejití. V provozních podmínkách při výsevu na menší a konečnou vzdálenost je třeba s negativním působením močoviny (i dalších dusíkatých hnojiv) při dávkách okolo 120 kg . ha<sup>-1</sup> N počítat.

Příčinu poklesu cukernatosti při aplikaci močoviny na podzim nebylo možno stanovit zcela jednoznačně. Souvisí zřejmě s rozdílným průběhem povětrnostních podmínek, zvláště teplot během vegetace, což se projevovalo v rozdílné koncentraci dusíku i některých dalších živin jak u kořene, tak i u chrástu cukrovky. Podle výsledků technologického rozboru byl zaznamenán v letech s nižší digesí i vyšší obsah sodíku. Rozdílná cukernatost u jednotlivých variant hnojení byla však potom eliminována výnosem rafinády, kde se počítá i s dosaženým výnosem kořene.

## Literatura

- CHOCHOLA, J.: Vliv termínu hnojení dusíkem na výnos a kvalitu cukrovky. Rostl. Výroba, 24, 1978, č. 4, s. 389-398.
- CHOCHOLA, J. — FIEDLER, J.: Využití močoviny a nových dusíkatých hnojiv ve výživě rostlin — cukrovky. [Závěrečná zpráva.] Semčice, VŠÚR 1975.
- KNOP, K. et al.: Močovina v zemědělství. Praha 1974.
- STRNAD, P.: Zásady vyvážené výživy a hnojení cukrovky. In: Sborník ČSVTS „Intenzifikace pěstování cukrovky a faktory limitující výši a jakost výnosů“ Praha 1980, s. 40-47.
- VALEŠ, J.: Vliv minerálního udobření na vzchozest polevých kultur. Saatgutvitalität und Pflanzenenertrag. Halle 2, 1980, s. 249-259.

Došlo dne 19. 6. 1981

СТРНАД, П. (Исследовательская станция растениеводства, Часлав): Влияние мочевины на питание, урожай и качество сахарной свеклы. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1171-1176.

В четырехлетнем опыте на деградированном черноземе в Часлави изучалось влияние внесения в один или несколько приемов дозы азота в мочевины, примененной осенью и до высева. Остаток азота при применении в несколько приемов вносился в форме аммиачной селитры с известняком после прополки. При общей дозе 120 кг/га N ни в среднем, ни в отдельные годы урожай корней и ботвы не был достоверно различным. Также процент сахаристости и выход рафинада в среднем существенно не отличались. Однако в отдельные годы осеннее удобрение мочевиной в холодный период вегетации положительно действовало как на сахаристость, так и на выход рафинада, при более теплом вегетационном периоде, наоборот, отрицательно. При внесении мочевины в один прием у корней сахарной свеклы несколько возросла концентрация N, K, Ca и Na, у листьев — Na. Однако общее потребление питательных веществ в среднем и в отдельные годы согласно вариантам удобрения существенно не отличалось.

сахарная свекла; удобрение мочевиной; питание; урожай; качество

STRNAD, P. (Research Station of Crop Production, Čáslav): The Effect of Urea on the Nutrition, Yield and Quality of Sugar-Beet. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1171-1176.

A four-year experiment was conducted on degraded chernozem soil at Čáslav to study the effect of a single and divided dose of nitrogen applied as urea in autumn and prior to sowing. In the case of divided application, the remaining nitrogen was applied as ammonium saltpetre with limestone after the singling of sugar-beet plants. When the over-all application rate was 120 kg N per ha, no significant differences in the yield of roots and tops were recorded, either on the average or in individual years. Similarly, no variance was recorded in sugar percentage and in refined sugar yield. However, in individual years the application of urea in autumn when the weather was colder during the growing season had a positive influence on sugar percentage and refined sugar yield; on the other hand, this effect was unfavourable when the weather during the growing season was warmer. The single autumn application of urea slightly increased the concentration of N, K, Ca and Na in the harvested roots and the concentration of Na in leaves. However, the over-all nutrient uptake rate showed no substantial differences in variants, either on the average or in individual years.

sugar-beet; urea fertilization; nutrition; yield; quality

---

### Adresa autora:

Ing. Přemysl Strnad, CSc., Výzkumná stanice rostlinné výroby, Sadová 1234, 286 01 Čáslav

---

# PŮSOBNÍ INHIBITORŮ NITRIFIKACE NA PŘEMĚNU DUSÍKU V PŮDĚ PŘI RŮZNÝCH TEPLOTÁCH

J. Lišťanská

LIŠŤANSKÁ, J. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Působení inhibitorů nitrifikace na přeměnu dusíku v půdě při různých teplotách*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1177-1185.

V laboratorních podmínkách byl při různých teplotách ve dvou typech pokusů sledován vliv N-Serve, případně AM, na přeměnu dusíku močoviny v půdě: při 4 °C a 28 °C v zemínách hnědozemě (Hněvčeves) a hnědé půdy (Humpolec); v přirozených teplotách během dvou vegetačních a dvou zimních období v letech 1976—1978 v zemínách hnědozemě (Ruzyně) a ve vegetačním období roku 1976 také v zemině hnědé půdy (Humpolec). Při všech sledovaných teplotách byla patrná výrazná inhibice nitrifikace po aplikaci N-Serve a v období 1976—1977 také po aplikaci AM. Inhibitory nitrifikace působily zřetelněji při teplotách příznivých pro nitrifikaci, zejména při 28 °C. Při nižších teplotách působily inhibitory nitrifikace delší dobu a projevíly se i po uplynutí zimního období. Při inhibování nitrifikace byl N-Serve účinnější než AM.

laboratorní pokusy; hnědozem; hnědá půda; různé teploty; přeměna dusíku v půdě; močovina; inhibitory nitrifikace; N-Serve; AM (2-amino-4-chlór-6-methylpyrimidin)

Používání inhibitorů nitrifikace se jeví jako jedna z možností zvýšení účinnosti dusíkatých hnojiv, obsahujících dusík v amoniakální nebo amidické formě. Zpomalením nitrifikace je možno docílit toho, že amoniakální dusík je vázán v půdě po delší období, čímž se sníží ztráty nitrátového dusíku vyplavením nebo denitrifikací. Mezi nejúčinnější inhibitory nitrifikace patří v současné době 2-chlór-6-(trichlórmetyl)pyridin, známý pod názvem N-Serve, u něhož mnozí autoři zjistili výraznější působení ve srovnání s jinými přípravky (Anonym, 1977; Bundy a Bremner, 1973; Kapusta a Varsa, 1972; Lišťanská a Apltaufer, 1976, 1979; Reddy a Prasad, 1975).

Účinek inhibitorů nitrifikace může být ovlivněn různými faktory, mezi nimiž zaujímá významné postavení i teplota (Boswell a Anderson, 1974; Bundy a Bremner, 1973; Meikle, 1979; Sampei, 1972; Touchton et al., 1979).

V práci je uvedeno laboratorní sledování vlivu inhibitorů nitrifikace N-Serve, v některých případech též AM, na přeměnu dusíku močoviny v půdě při různých teplotách.

## MATERIÁL A METODY

V dózách z plastické hmoty byly inkubovány 350g vzorky zeminy spolu s močovinou a inhibitory nitrifikace. Metodika pokusů byla uvedena již v předcházejících publikacích (Lišťanská, 1978). Dusík byl aplikován v močovinně (45,44 % N) v dávce 300 ppm N, inhibitory nitrifikace v dávkách 5 ppm 2-chlór-6-(trichlórme-



tyl)pyridinu (v přípravku N-Serve 48; 48 % účinné látky — USA), nebo 10 ppm 2-amino-4-chlór-6-metylpyrimidinu (pod obchodním názvem AM; 70,34 % účinné látky — Japonsko). Vlhkost zeminy — 16 % hmotnostních — byla během pokusů udržována a zemina v dózách byla dvakrát týdně provzdušňována.

#### Charakteristika zemin použitých k pokusu

| Číslo<br>zeminy | pH<br>(KCl) | P                               | K   | Mg  | N <sub>t</sub> | C <sub>ox</sub> | C : N   |
|-----------------|-------------|---------------------------------|-----|-----|----------------|-----------------|---------|
|                 |             | mg. 1000 <sup>-1</sup> g zeminy |     |     | %              |                 |         |
| 1               | 6,0         | 81                              | 216 | 70  | 0,13           | 1,05            | 8,1 : 1 |
| 2               | 5,1         | 14                              | 335 | 65  | 0,15           | 1,32            | 8,8 : 1 |
| 3               | 6,7         | 98                              | 178 | 90  | 0,12           | 1,06            | 8,8 : 1 |
| 4               | 7,1         | 96                              | 161 | 65  | 0,12           | 1,13            | 9,4 : 1 |
| 5               | 5,7         | 29                              | 262 | 80  | 0,16           | 1,41            | 8,8 : 1 |
| 6               | 7,4         | 137                             | 296 | 115 | 0,15           | 1,45            | 9,7 : 1 |
| 7               | 7,1         | 80                              | 171 | 92  | 0,14           | 1,30            | 9,3 : 1 |

- 1 . . . . . hnědozem Hněvčevs — hlinitá půda středně těžká až těžká  
 2, 5 . . . . . hnědá půda Humpolec — hlinitopísčité podzolované půdy, středně těžká  
 3, 4, 6, 7 . . . . . hnědozem Ruzyně — jílovitohlinitá půda na spraši, středně těžká až těžká

Ke sledování byly založeny dva typy pokusů:

- 1) Vliv N-Serve na přeměnu dusíku močoviny v zemínách hnědozemě (z Hněvčevs) a hnědé půdy (z Humpolce) při 4 °C a 28 °C.  
 Pokus byl založen se zemínami číslo 1 a 2. Zemina v dózách byla inkubována jednak v lednici (4 °C), jednak v termostatu (28 °C). Vzorky k rozborům byly odebírány 5X vždy po dvou týdnech, za 10 týdnů byl pokus ukončen.
- 2) Vliv N-Serve, případně AM, na přeměnu dusíku močoviny za působení přirozených teplot.

Dózy se vzorky zeminy byly zapraveny do ornice tak, že povrch zeminy v dózách byl na úrovni okolní ornice. Pokusy byly založeny a sledovány v Ruzyni jednak v průběhu vegetace, jednak v zimním období, se zeminou hnědozemě z Ruzyně, v jednom pokuse (rok 1976) též se zeminou hnědé půdy z Humpolce.

#### Přehled sledování:

| Období          |                                   |                |                                                              | Varianty pokusu               | Použitá zemina —<br>— číslo |                  |
|-----------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------|
| zimní           |                                   | vegetační      |                                                              |                               | zimní období                | vegetační období |
| založení        | odběry                            | založení       | odběry                                                       |                               |                             |                  |
| 26. 10.<br>1976 | 17. 1.<br>21. 2.<br>4. 4.<br>1977 | 14. 5.<br>1976 | 2., 14. a 28. 6.<br>14. 7., 17. 8.<br>6. 9., 14. 10.<br>1976 | K<br>MO<br>MO + NS<br>MO + AM | 3                           | 4<br><br>5       |
| 12. 12.<br>1977 | 26. 1.<br>6. a 23. 3.<br>1978     | 23. 5.<br>1977 | 8. a 27. 6.<br>18. 7., 16. 8.<br>5. a 26. 9.<br>1977         | K<br>MO<br>MO + NS            | 6                           | 7                |

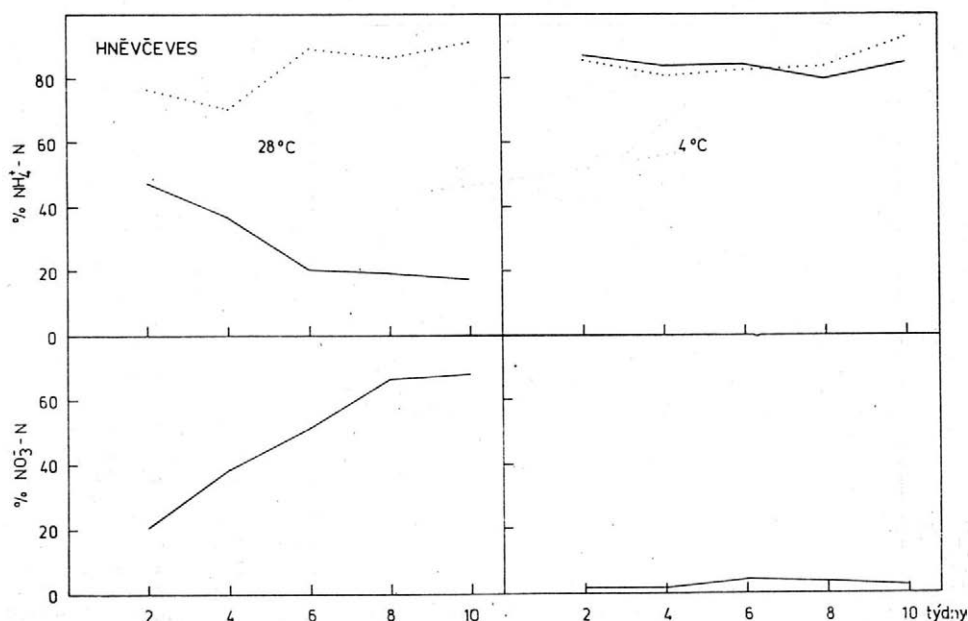
K . . . kontrola, MO . . . močovina, NS . . . N-Serve

Při odběrech vzorků bylo vždy ze dvou opakování kolorimetricky zjišťováno množství  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  (Nesslerovým činidlem) a  $\text{NO}_3^--\text{N}$  (kyselinou fenoldisulfonovou). Pro úplnost uvádím přehled průměrných měsíčních teplot ( $^{\circ}\text{C}$ ), zjištěných v pokusných letech:

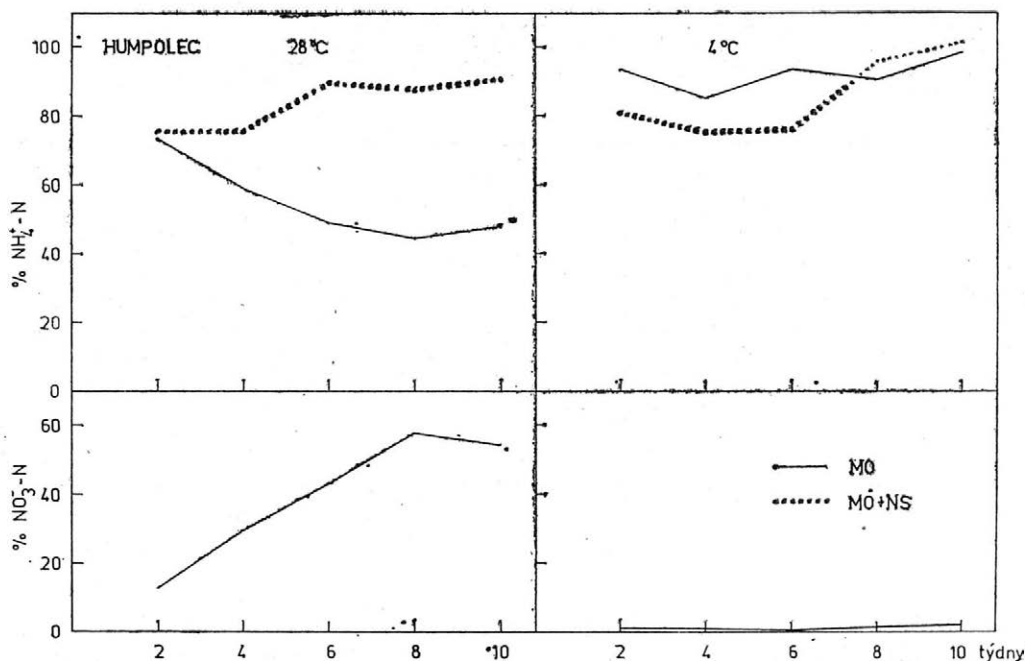
| Rok  | Měsíc |      |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |
|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
|      | I     | II   | III  | IV  | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII  |
| 1976 | 0,7   | -0,4 | -0,1 | 7,4 | 13,5 | 17,1 | 19,4 | 15,9 | 12,8 | 9,6 | 4,2 | -0,7 |
| 1977 | -1,5  | 1,1  | 5,7  | 5,6 | 12,5 | 16,2 | 16,7 | 16,3 | 11,2 | 8,5 | 4,4 | -0,3 |
| 1978 | 0,3   | -2,6 | 4,0  | 6,5 | 11,0 | 14,8 | 15,0 | 15,3 | 11,8 | 8,1 | 3,0 | 0,2  |

## VÝSLEDKY

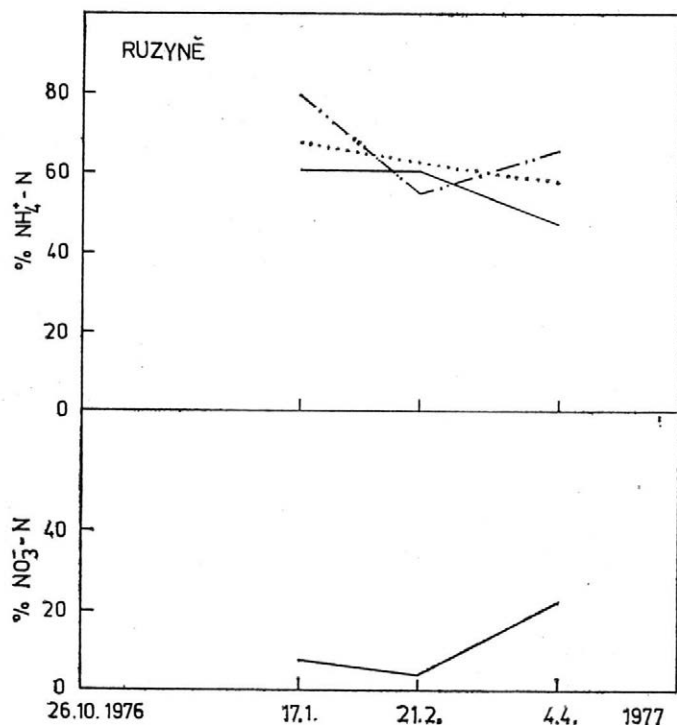
Údaje v procentech uváděné v obr. 1 až 7, jsou vypočítány vzhledem k původně aplikovanému množství dusíku v hnojivech ze zjištěného množství dusíku při jednotlivých odběrech po odečtení hodnot získaných u kontrolní varianty.



1. Vliv N-Serve na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědozemě při 4 a 28  $^{\circ}\text{C}$   
— The effect of N-Serve on the conversion of urea nitrogen in gray-brown podzolic soil at 4 and 28  $^{\circ}\text{C}$

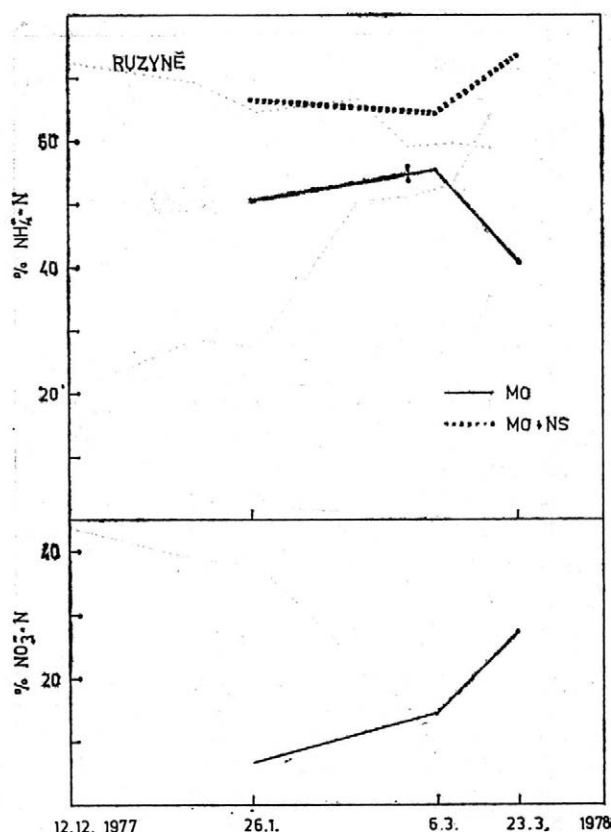


2. Vliv N-Serve na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědé půdy při 4 a 28 °C  
 — The effect of N-Serve on the conversion of urea nitrogen in brown forest soil at 4 and 28 °C

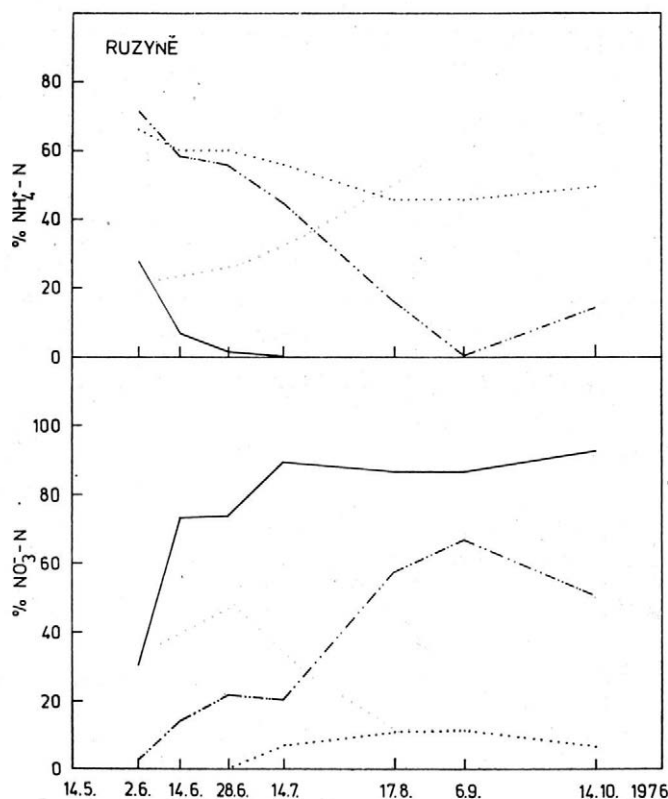


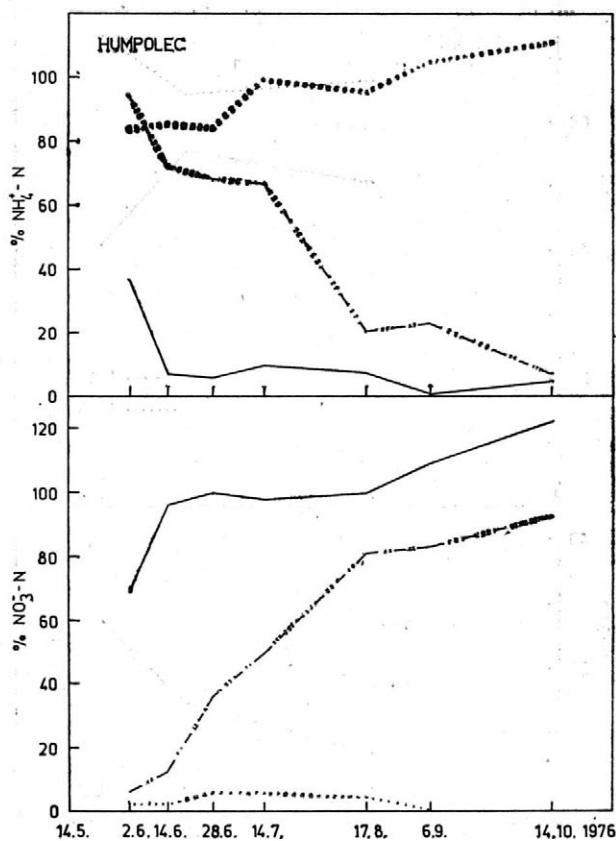
3. Vliv N-Serve a AM na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědozemě v přirozených teplotách zimního období 1976/1977 — The effect of N-Serve and AM on the conversion of urea nitrogen in gray-brown podzolic soil at the natural temperatures of the winter season of 1976—1977

4. Vliv N-Serve na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědozemě v přirozených teplotách zimního období 1977/1978 — The effect of N-Serve on the conversion of urea nitrogen in gray-brown podzolic soil at the natural temperatures of the winter season of 1977—1978

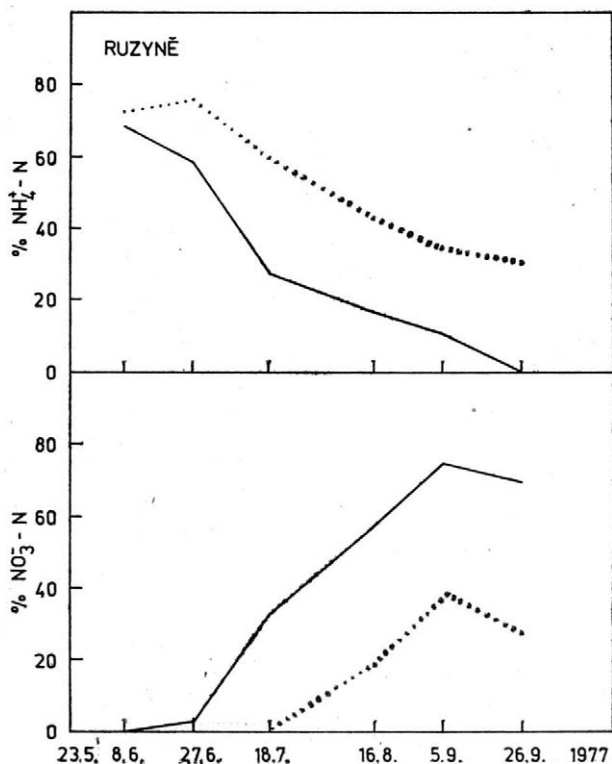


5. Vliv N-Serve a AM na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědozemě v přirozených teplotách vegetačního období 1976 — The effect of N-Serve and AM on the conversion of urea nitrogen in gray-brown podzolic soil at the natural temperatures of the growing season of 1976





6. Vliv N-Serve a AM na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědé půdy v přirozených teplotách vegetačního období 1976 — The effect of N-Serve and AM on the conversion of urea nitrogen in brown forest soil at the natural temperatures of the growing season of 1976



7. Vliv N-Serve na přeměnu dusíku močoviny v zemině hnědozemě v přirozených teplotách vegetačního období 1977 — The effect of N-Serve on the conversion of urea nitrogen in gray-brown podzolic soil at the natural temperatures of the growing season of 1977

Vysvětlivky k obr. 1—7:

— močovina, ..... močovina + N-Serve; ..—.. močovina + AM — Explanatory notes to Figs. 1—7:  
— urea, ..... urea + N-Serve, ..—.. urea + AM

Výsledky prvního typu pokusů jsou uvedeny v obr. 1 a 2. Je zřejmé, že poznatky získané u zeminy hnědozemě z Hněvčevse jsou obdobné poznatkům získaným u zeminy hnědé půdy z Humpolce. Při 4 °C nitrifikace  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  neprobíhala u žádné varianty, tj. ani u variant bez inhibitorů nitrifikace. Při 28 °C se u obou zemín projevil výrazný vliv N-Serve na potlačení nitrifikace během sledovaných 10 týdnů, kdy po aplikaci N-Serve nebyl  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  zjištěn. V zemině hnědozemě byl patrný výraznější pokles  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  než hnědé půdy.

V druhém typu pokusů, ve kterých byl sledován vliv N-Serve, případně AM, na přeměnu dusíku močoviny v přirozených teplotách, se také projevil vliv teplot na průběh nitrifikace a na účinnost inhibitorů nitrifikace.

Během obou zimních období v letech 1976—1978 (obr. 3 a 4) způsobil N-Serve i AM, sledovaný v období 1976/1977, úplné potlačení nitrifikace  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ , vzniklého po hydrolýze močoviny, v průběhu celého sledování, tj. až do konce března, případně začátku dubna. Rozdíly v množství znitifikovaného dusíku u variant bez inhibitorů a s inhibitory byly však nižší než ve vegetačním období.

V obou vegetačních obdobích, tj. v roce 1976 v zemině hnědozemě z Ruzyně (obr. 5) a zemině hnědé půdy z Humpolce (obr. 6) a v roce 1977 v zemině hnědozemě z Ruzyně (obr. 7) byl inhibiční vliv N-Serve na nitrifikační pochody velmi výrazný. V roce 1976 byla po aplikaci N-Serve u obou zemín patrná inhibice nitrifikace během celého pokusného období (květen — říjen); množství nitrátového dusíku nepřesáhlo po aplikaci N-Serve v zemině hnědozemě 10 % a v zemině hnědé půdy 5 % vzhledem k původně aplikovanému množství dusíku. V roce 1977 nepůsobil N-Serve tak výrazně, způsobil však plné potlačení nitrifikace během dvou měsíců.

Inhibitor nitrifikace AM, sledovaný v roce 1976, byl méně účinný než N-Serve; v zemině hnědozemě AM silně zpomalil nitrifikaci v průběhu dvou měsíců, v zemině hnědé půdy přibližně šest týdnů.

## DISKUSE

Článek navazuje na práce z předcházejících období (Lišťaňská, 1974, 1978; Lišťaňská a Apltauer, 1973, 1976, 1979), ve kterých byl sledován vliv různých faktorů na působení inhibitorů nitrifikace. Z výsledků je zřejmé, že výrazný inhibiční vliv N-Serve, v některých případech i AM, na nitrifikační pochody byl patrný při všech sledovaných teplotách. Různé teploty však ovlivňovaly dobu působení inhibitorů. Podobně jako v předcházejících sledováních, se N-Serve projevil jako účinnější inhibitor nitrifikace ve srovnání s AM.

Boswell a Anderson (1974), Touchton et al. (1979) také pozorovali ovlivnění účinku N-Serve rozdílnými teplotami. Z naší práce je zřejmé, že N-Serve se výrazněji projevoval za příznivých teplotních podmínek pro nitrifikaci, tj. zejména při optimálních teplotách kolem 28 °C. Na druhé straně je však patrné, že za nižších teplot působil N-Serve delší dobu a inhiboval nitrifikaci i po uplynutí poměrně dlouhého zimního období (déle než čtyři měsíce), což se projevilo po vzestupu teplot na jaře. K podobným závěrům dospěl též Meikle



(1979). Touchton et al. (1979) např. zjistili, že doba působení N-Serve na zpomalení nitrifikace amoniakálního dusíku závisí na teplotě, ale liší se i v závislosti na jednotlivých půdách. Délka doby působení N-Serve se snižuje se vzrůstem teplot, neboť se zvyšujícími se teplotami dochází k rychlejšímu rozkladu aktivní složky inhibitoru nitrifikace.

## Literatura

- BOSWELL, F. C. — ANDERSON, O. E.: Nitrification inhibitor studies of soil in field-buried polyethylene bags. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38, 1974, s. 851-852.
- BUNDY, L. G. — BREMNER, J. M.: Inhibition of nitrification in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 37, 1973, s. 396-398.
- KAPUSTA, G. — VARSA, E. C.: Nitrification inhibitors — do they work. *Down to earth*, 28, 1972, s. 51-53.
- LIŠŤANSKÁ, J.: The effect of nitrification inhibitors on the transformations of nitrogen urea in grey brown podzolic soil. In: *Vědecké práce VÚRV Praha - Ruzyně*, 19, 1974, s. 147-154.
- LIŠŤANSKÁ, J.: Vliv různých teplot a vlhkostí na přeměnu dusíku nových typů NPK hnojiv v hnědozemi. *Rostl. Výroba*, 24, 1978, č. 7, s. 681-691.
- LIŠŤANSKÁ, J. — APLTAUER, J.: Chování močoviny v půdě a její vliv na rostliny. [Dílčí závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1973.
- LIŠŤANSKÁ, J. — APLTAUER, J.: Ovlivnění přeměny dusíku močoviny inhibitory nitrifikace AM a N-Serve. *Rostl. Výroba*, 22, 1976, č. 2, s. 151-162.
- LIŠŤANSKÁ, J. — APLTAUER, J.: Studium omezování ztrát dusíku z půdy. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1979.
- MEIKLE, R. W.: Prediction of ammonium nitrogen fertilizer disappearance from soils in the presence and absence of N-Serve nitrogen stabilizers. *Soil Sci.*, 127, 1979, s. 292-299.
- REDDY, R. N. S. — PRASAD, R.: Studies on the mineralization of urea, coated urea, and nitrification inhibitor treated urea in soil. *J. Soil Sci.*, 26, 1975, s. 304-312.
- SAMPEI, M.: Study on nitrification inhibitors. *Bull. Nat. Inst. Agric. Sci., Series B*, 23, 1972, s. 79-145.
- TOUCHTON, J. T. — HOEFT, R. G. — WELCH, L. F.: Loss of nitrapyrin from soils as affected by pH and temperature. *Agron. J.*, 71, 1979, s. 865-869.
- ANONYM: Nitrogen stabilizer increases effectiveness of fertilization. *Nitrogen*, 110, 1977, s. 43.

Došlo dne 23. 7. 1981

ЛИШТЯНСКА, Я. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Действие ингибиторов нитрификации на преобразование азота в почве при разных температурах. *Rostl. Výroba*, 28, 1982 (11): 1177-1185.

В лабораторных условиях при разных температурах в двух типах опытов изучалось влияние N-Serve, или же AM на преобразование азота мочевины в почве: при 4 °C и 28 °C в буроземе (Гневчевес) и бурой почве (Гумполец); при естественных температурах в течение двух вегетационных и двух зимних периодов в 1976—1978 гг. в буроземе (Рузыне) и в вегетационном периоде 1976 года в бурой почве (Гумполец). При всех изучаемых температурах имела место явная ингибция нитрификации после применения N-Serve, а в период 1976—1977 гг. также после применения AM. Ингибиторы нитрификации явнее действовали при температурах, благоприятных для нитрификации, главным образом при 28 °C. При пониженных температурах ингибиторы нитрификации действовали дольше и проявлялись еще после истечения зимнего периода. При ингибировании нитрификации N-Serve был более эффективен, чем AM.

лабораторные опыты; бурозем; бурая почва; разные температуры; преобразование азота в почве; мочевина; ингибиторы нитрификации N-Serve; AM (2-амино-4-хлор-6-метилпиримидин)

LIŠŤANSKÁ, J. (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně): *The Effect of Nitrification Inhibitors on Nitrogen Conversion in the Soil at Different Temperatures*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1177-1185.

In two types of trials conducted under laboratory conditions, the effect of N-Serve and AM on the conversion of urea nitrogen in soil was studied at different temperatures: 4 °C and 28 °C in the gray-brown podzolic soil (Hněvčeves) and brown forest soil (Humpolec); natural conditions in gray-brown podzolic soil (Ruzyně) in two growing seasons and two winter seasons in 1976—1978 and in brown forest soil (Humpolec) in the growing season of the year 1976. Marked nitrification inhibition was observed at all the studied temperatures after the application of N-Serve, and in the 1976—1977 period also after the application of AM. The nitrification inhibitors had a more pronounced effect at temperatures more favourable to nitrification (particularly at 28 °C). At lower temperatures the nitrification inhibitors acted for a longer time and their effect was still felt when the winter season was over. N-Serve was more effective than AM in nitrification inhibition.

laboratory experiments; gray-brown podzolic soil; brown forest soil; different temperatures; nitrogen conversion in soil; urea; nitrification inhibitors; N-Serve; AM (2-amino-4-chloro-6-methyl-pyrimidin)

LIŠŤANSKÁ, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Wirkung von Inhibitoren der Nitrifikation auf die Umwandlung von Stickstoff im Boden bei verschiedenen Temperaturen*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1177-1185.

Unter Laborbedingungen wurde bei verschiedenen Temperaturen in zwei Versuchstypen der Einfluß von 2-Chlor-6-(Trichlormethyl)Pyridin (N-Serve), beziehungsweise von 2-Ammino-4-Chlor-6-Methylpyrimidin (AM) auf die Umwandlung von Stickstoff des Harnstoffes im Boden verfolgt. Bei den Temperaturen von 4 °C und 28 °C in der Ackerkrume der Braunerde (Hněvčeves) und des Braunbodens (Humpolec). Bei natürlichen Temperaturen im Laufe der zwei Vegetations- und zwei Winterzeiträume in den Jahren 1976 bis 1978 in der Ackerkrume der Braunerde (Ruzyně) und im Vegetationszeitraum im Jahre 1976 auch in der Ackerkrume des Braunbodens (Humpolec). Bei allen verfolgten Temperaturen war eine deutliche Inhibition der Nitrifikation nach der Anwendung von N-Serve und im Zeitraum 1976—1977 auch nach der Anwendung von AM sichtbar. Die Inhibitoren der Nitrifikation wirkten deutlicher bei für die Nitrifikation günstigen Temperaturen, vor allem bei der Temperatur 28 °C. Bei niedrigeren Temperaturen wirkten die Inhibitoren der Nitrifikation eine längere Zeit und äußerten sich auch nach dem Ablauf der Winterzeit. Bei der Inhibition der Nitrifikation war N-Serve wirksamer als AM.

Laborversuche; Braunerde; Braunboden; verschiedene Temperaturen; Umwandlung von Stickstoff im Boden; Harnstoff; Inhibitoren der Nitrifikation; N-Serve [2-Chlor-6-(Trichlormethyl)Pyridin]; AM (2-Ammino-4-Chlor-6-Methylpyrimidin)

---

*Adresa autora:*

Ing. Jana Lišťanská, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

---

## Výběr z nových příspěvků

### Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

#### z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

SUDINA, JE. G. — LOZOVAJA, G. I.

D 73.019

**Osnovy evoljucionnoj biochimii rastenij.**

Kijev, Naukova dumka 1982. 355 s., 46 tab., 38 obr.; res. angl., rus. (Rostliny — vývoj — biochemie — příručka)

D 55.119/58/1979

**Biologija i soveršenstvovanije agrotechniki sel'skochozjajstvennych kul'tur.**

Gorki, Seľskochoz. akademija 1979. 107 s., obr., tab. grafy. Sbornik naučnych rabot vyp. 58. (Pěstování hospodářských rostlin — biologie — sborník — SSSR-BSSR)

RUBIN, B. A.

D 69.426

**Problemy fiziologii v sovremennom rastenijevodstve.**

Moskva, Kolos 1979. 297 s. (Fyziologie rostlin — příručka)

LIBBERT, E.

D 70.035

**Lehrbuch der Pflanzenphysiologie.**

Jena, VEB Gustav Fischer Verlag 1979. 485 s., 329 obr. (Fyziologie rostlin — příručka / Látková přeměna rostlinná — příručka)

ŠKLJAJEV, JU. N.

D 73.096

**Magnij v žizni rastenij.**

Moskva, Nauka 1981. 92 s., 15 obr., 24 tab. (Hořčík — rostliny — biochemie a fyziologie — vztahy — výzkum — SSSR)

# VPLYV VYLEPŠENIA RIEDKYCH PORASTOV LUCERNY PRÍSEVOM NA ICH PRODUKCIU A ZLOŽENIE

J. Dančík

DANČÍK, J. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany): *Vplyv vylepšenia riedkych porastov lucerny prísevom na ich produkciu a zloženie*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1187-1196.

V poľnom pokuse založenom letnou sejbou lucerny v suchšom roku 1978 sme vylepšovali riedke porasty lucerny prísevom na jar 1979 a zisťovali jej úrody a zloženie porastu. Hustota porastu lucerny, vysiatej v lete po zbere ovsa na krm (165 až 170 rastlín na  $m^2$ ) a po jačmeni (73 rastlín na  $m^2$ ), sa znížila po prvom prezimovaní po ovse (na 79) a po jačmeni (na 52 rastlín). Potom sa zvýšila po príseve normálnou sejačkou do porastu ošetrovaného bránami na 207 rastlín po ovse, resp. na 103 rastlín po jačmeni avšak bezorbovou sejačkou po ovse na krm až na 254 a po jačmeni až na 218 rastlín na  $m^2$  oproti množstvu 54 rastlín po ovse na krm a po jačmeni 42 rastlín na kontrolnom neprísievanom variante. V prísievanej lucerne sa zvýšila aj hustota býl v druhom roku vegetácie na 718 býl na  $m^2$ , oproti množstvu 621 býl na  $m^2$  kontrolného variantu, pričom viac po ovse než po jačmeni. Podiel buriny v úrode sa znížil prísevom na 12,7 až 15,1 %, hlavne v druhom roku vegetácie oproti 23,6 % na kontrole. Prísevom sa zvýšila úroda lucerny o 2,5 až 3,5 t sušiny na ha za dva roky oproti kontrole, pričom v treťom roku vegetácie viac (o 1,9 až 2,8 t  $\cdot ha^{-1}$ ) ako v druhom roku (o 0,6 až 0,75 t), a tiež viac z prísevu do lucerny po jačmeni ako po ovse (o 1 t  $\cdot ha^{-1}$ ), resp. viac po príseve normálnou sejačkou ako bezorbovou sejačkou.

lucerna; agrotechnika; ošetrovanie

Spôsob vylepšovania riedkych porastov lucerny prísevom (lucernou, príp. vhodnou lúčnou trávou) hlavne pri nesúvislom ohniskovom pririedení závisí od typu sejačky a od skorosti zistenia stupňa pririedenia porastov po zime. Skoré jarné vylepšovanie je vhodnejšie pre priaznivejšie vlhkové podmienky na vzchádzanie.

Stav prezimovania sa zisťuje skoro na jar torznou metódou, alebo reznou metódou z vykopaných koreňov, alebo až po vypučaní prvých púčikov na porastoch, tzv. biologickou kontrolou porastu. Porasty na vylepšenie majú hustotu 50 až 100 rastlín a na zaoranie pod 50 rastlín na  $m^2$  (Jamriška, 1980).

Požadovaná hustota porastu v roku sejby, nutná pre dosiahnutie maximálnej úrody, činí podľa Gervaisa (1978) 150 rastlín, resp. podľa Marténa et al. (1963) 150 až 200 rastlín na  $m^2$ . Za kritickú hustotu lucerny v roku sejby pokladá Guy (1965) 100 rastlín na  $m^2$ .

Genest (1978) vylepšoval redšie porasty lucerny nahnedlej farby (pod 60 rastlín na  $m^2$ ) prísevom skoro na jar po roztopení snehu, príp. po odstránení stariny bez predchádzajúcej prípravy do ešte zamrznutej a mokrej pôdy. Účinkom rozmŕzania a zamŕzania nastáva dobrý kontakt semena s pôdou, ktorú po uschnutí odporúča autor ošetriť bránami, ak semeno ešte nezačalo kľíčiť. Neskorší prísev odporúča vykonať

diskovou sejačkou s valcom. Príliš zaburinený porast, alebo porast s veľkým množstvom strniskových zvyškov zabráňujúcich vzhádzaniu, je pre prísev nevhodný.

Podobne aj Brown a Stafford (1969) prísevom naširoko do mladej lucerny preriedenej zimou ešte na zamrznutú pôdu, alebo diskovou sejačkou s kypriacim účinkom v máji, zvýšili jej úrody až o 400 %.

## MATERIÁL A METÓDY

V roku 1978 sme vysiali lucernu po zbere skorých zemiakov, ovsa na krm (4. VII.) a jačmeňa (18. VIII.) s použitím štyroch spôsobov prípravy pôdy a sejby:

1. sejačkou SEX-BJ do neošetrennej pôdy,
2. rotavátorom a sejačkou SAXONIA,
3. bránami s aktívnym pohybom a sejačkou SAXONIA,
4. podmietacím pluhom, bránami a sejačkou SAXONIA.

Lucernu sme hnojili predzásobne spolu s hnojením predplodín pred ich sejbou v dávke spolu na tri roky — 100 kg fosforu a 350 kg draslíka na ha.

Vysiatá lucerna (tab. I) slabovo vzišla pre nízke ovzdušné zrážky od júna do októbra (120,6 mm, t. j. 40 % normálu) a pomerne neskorý termín sejby hlavne po jačmeni (73 rastlín na m<sup>2</sup>) a tiež po niektorých spôsoboch prípravy pôdy a sejby, avšak relatívne lepšie po skorých zemiakoch a ovse (165 a 170 rastlín na m<sup>2</sup>). Z lucerny v roku sejby sa nezberali žiadne úrody.

Hustota vzídennej lucerny z letnej sejby (165—170 rastlín na m<sup>2</sup>) sa znížila do jari najviac po ovse (na 79 rastlín na m<sup>2</sup>), menej po zemiakoch (na 104 rastlín na m<sup>2</sup>) a najmenej po jačmeni (zo 73 na 52 rastlín na m<sup>2</sup>), t. j. bola vhodná na vylepšenie až vyoranie.

Na uvedené preriedenie a zlé prezimovanie malo vplyv aj trvajúce jesenné sucho v roku 1978. Na vylepšenie porastov sme použili prísev (10 kg lucerny na ha), realizovaný dvoma spôsobmi a v dvoch termínoch:

A — do neošetrennej pôdy porastu sejačkou SEX-BJ dňa 4. IV.

B — do pôdy porastu ošetroenej bránami sejačkou SAXONIA v dňoch 10. až 20. IV. a porovnávali s kontrolou (K) bez prísevu.

Lucernu v druhom a treťom roku pestovania sme zberali v týchto termínoch:

|           | prvý   | druhý    | tretí     | štvrtý  |
|-----------|--------|----------|-----------|---------|
| v r. 1979 | 5. VI. | 12. VII. | 21. VIII. | 2. X.   |
| v r. 1980 | 30. V. | 7. VII.  | 7. VIII.  | 24. IX. |

Lucerna prisievaná po ovse v druhom roku pestovania (1979) bola lepšia, kompletnejšia, menej zaburinená a štyrikrát zberaná než po jačmeni, kde sa zbierala len trikrát. Lucerna po zemiakoch bola relatívne najlepšia, a preto sme ju hodnotili osobitne.

Pôdy na pokusnom stanovišti v Borovciach sú typu degradovanej černoze na aluviálnom sprašovom nánose, resp. hlinitá až ílovitohlinitá s obsahom humusu 1,4 až 2 %, pH 6,9 až 7,7 so strednou zásobou draslíka a miernou zásobou fosforu a hĺbkou spodnej vody 35 m.

Stanovište pokusu je v klimaticky teplej a mierne suchej oblasti s priemerom 625 mm celoročných zrážok a 9,2 °C ročných teplôt.

Ovzdušné zrážky cez vegetačné obdobie v pokusných rokoch (obr. 1) boli v roku 1978 veľmi nedostatočné (60 %) hlavne od júla do októbra, resp. v roku 1979 nadnormálne (121,6 %) a v roku 1980 takmer normálne (94,3 %).

Pritom priemerné teploty vzduchu boli v rokoch 1978 a 1980 podnormálne (90,7 °C a 87,6 °C), avšak v roku 1979 blízke normálu (98,3 °C). Podobne to bolo v dĺžke slnečného svitu (1236,3 až 1182,9 hodín oproti 1391,6 hodín v roku 1979). Relatívna vlhkosť vzduchu bola najnižšia v roku 1978 (67,2 %) hlavne od júla do septembra a najvyššia v roku 1980 (71,7 %).

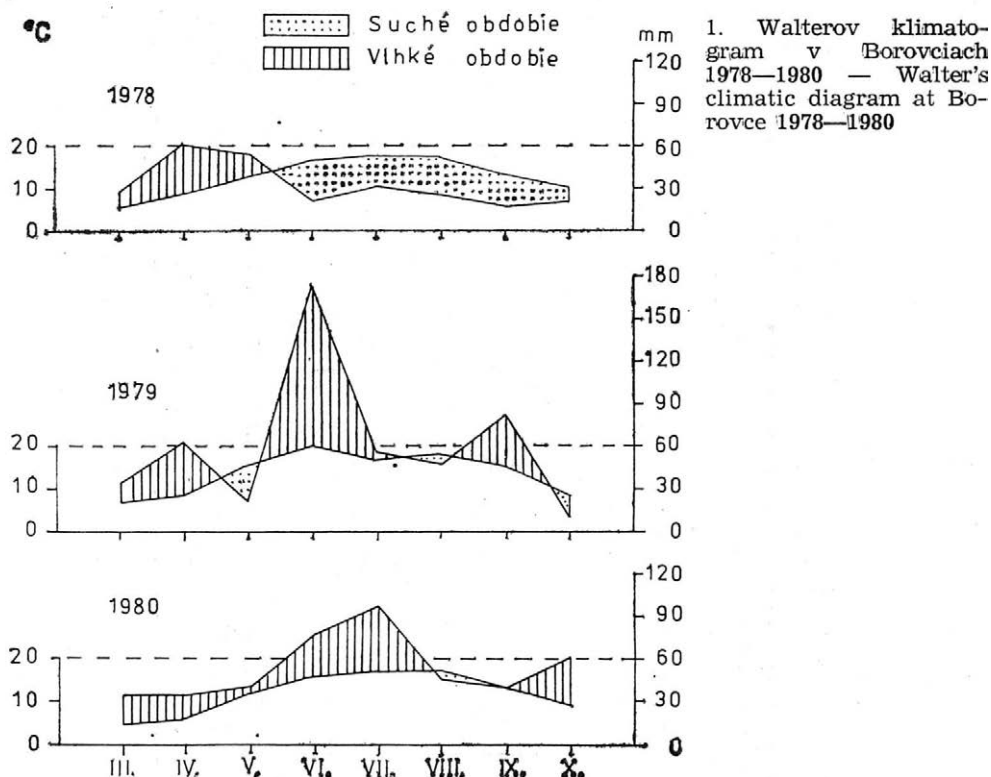
## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Počet rastlín lucerny na m<sup>2</sup>, zisťovaný po vzídení prisiätej lucerny (17. V. 1979), sa zlepšil po ovse na krm na 230 rastlín a po jačmeni na 110 rastlín, pričom bol výrazne vyšší po príseve bezorbovou sejačkou

I. Hustota porastu lucerney pri rôznej príprave pôdy po vzídení v roku 1978 a 1979 pred a po príseve — The density of lucerne stand grown on soil prepared in different ways after emergence in 1978 and 1979 before and after additional sowing

| Dátum<br>zistovania | Počet rastlín lucerney na m <sup>2</sup> vysiatej v lete po rôznej príprave pôdy (1—4) |     |     |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|
|                     | po zemiakoch                                                                           |     |     | po ovse na krm |     |     |     |     | po jačmeni |     |     |     |     | x̄ po ovse + jačmeni |     |     |     |     |
|                     | 1.                                                                                     | 2.  | x̄  | 1.             | 2.  | 3.  | 4.  | x̄  | 1.         | 2.  | 3.  | 4.  | x̄  | 1.                   | 2.  | 3.  | 4.  | x̄  |
| po vzídení          |                                                                                        |     |     |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
| 23. 8. 1978         | 199                                                                                    | 131 | 165 |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     | 116                  | 109 | 112 | 148 | 121 |
| 28. 8. 1978         |                                                                                        |     |     | 219            | 130 | 163 | 169 | 170 |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
| 14. 9. 1978         |                                                                                        |     |     |                |     |     |     |     | 16         | 88  | 60  | 128 | 73  |                      |     |     |     |     |
| po prezimo-<br>vaní |                                                                                        |     |     |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
| 4. 4. 1979          | 123                                                                                    | 86  | 104 | 50             | 61  | 115 | 89  | 79  | 11         | 49  | 69  | 77  | 52  | 31                   | 55  | 92  | 83  | 65  |
| po príseve          |                                                                                        |     |     |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
| 17. 5. 1979         |                                                                                        |     |     |                |     |     |     |     |            |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |
| A — prísev          |                                                                                        |     |     | 167            | 281 | 267 | 299 | 254 | 205        | 141 | 220 | 304 | 218 | 187                  | 211 | 244 | 301 | 236 |
| B — prísev          |                                                                                        |     |     | 157            | 213 | 197 | 261 | 207 | 104        | 86  | 96  | 124 | 103 | 131                  | 150 | 147 | 187 | 154 |
| Kontrola            |                                                                                        |     |     | 66             | 37  | 74  | 37  | 54  | 32         | 39  | 47  | 49  | 42  | 49                   | 38  | 61  | 43  | 48  |

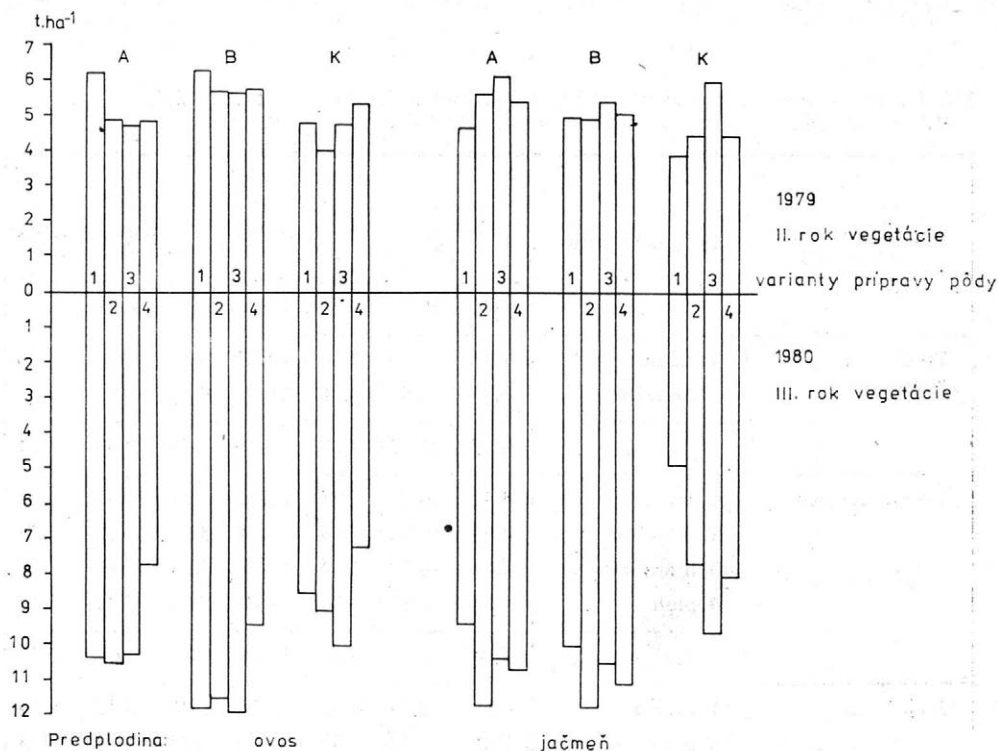




(236 rastlín), než normálnou sejačkou po bránení povrchu lucerniška (154 rastlín). Bez prísevu zostal najnižší (48 rastlín na  $m^2$ ), t. j. pod úrovňou stavu zisteného na jar po prezimovaní.

Najväčšie vysokopreukazné rozdiely v úrodách lucerny po ovse a jačmeni (tab. II) boli medzi rokmi pestovania — druhým a tretím (5,11 — 9,80 t.  $ha^{-1}$ ) potom medzi spôsobmi prísevu (8,22 — 6,47 t.  $ha^{-1}$ ) a medzi spôsobmi prípravy pôdy a sejby lucerny (7,11 — 7,96 t.  $ha^{-1}$ ). Najmenšie rozdiely úrod boli medzi lucernou po dvoch rôznych predplodinách, po zbere ktorýchsa vysievala (7,57 — 7,38 t sušiny na ha), aj keď po jačmeni bol vyšší podiel buriny v úrode (tab. III, obr. 2).

Prísevom lucerny po oboch predplodinách (ovse a jačmeni) sa zvýšila úroda v druhom roku pestovania len menej, t. j. na 5,26 až 5,41 t.  $ha^{-1}$  oproti kontrole (4,66 t), avšak výraznejšie v treťom roku na 10,18 až 11,04 t oproti kontrole (8,18 t sušiny na ha). Menšie, alebo žiadne prírastky úrod v roku prísevu súvisia so zakoreňovaním a malou hmotnosťou rastlín prisiatej lucerny po vzídení aj napriek zrážkove nadnormálnemu roku. Pritom najvyššie úrody lucerny v oboch rokoch spolu boli po príprave pôdy bránami s aktívnym pohybom (15,92 t.  $ha^{-1}$ ) a najnižšie po klasickej príprave pôdy pluhom, alebo po bezorbovej sejbe (14,18 — 14,27 t sušiny na ha). Úrody za oba sledované roky spolu sa prísevom zvýšili na 15,44 až 16,46 t.  $ha^{-1}$  oproti kontrole (12,83 t sušiny na ha) vďaka zhutneniu porastu lucerny na úkor buriny a prázdnych miest, pritom relatívne viac prísevom normálnou sejačkou po bránení než prísevom bezorbovou sejačkou. Nižšie prírastky úrody z prísevu bezor-



2. Úrody lucerney prisievanej (AB) a bez prisjevu (K) podľa spôsobu prípravy pôdy a letnej sejby (1—4) po ovse na krm a jačmeni — The yields of additionally sown lucerne (AB) and lucerne without additional sowing (K) as depending on the method of soil preparation and on the summer sowing (1—4) after fodder oats and after barley

II. Analýza variancií úrod prisievanej lucerney v druhom a treťom roku pestovania (z letnej sejby po ovse a jačmeni) a rôznej príprave pôdy — Analysis of variance of the additionally sown lucerne in the second and third year of growing (from summer sowing after oats and barley) after different methods of soil preparation

| Zdroj premenlivosti                  | Stupne voľnosti | Priemerné štvorce | F-test                  |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
| Príprava pôdy                        | 3               | 7,73              | 257,66 <sup>++</sup>    |
| Prisev — ošetrovanie                 | 2               | 53,01             | 1 767,00 <sup>++</sup>  |
| Roky                                 | 1               | 1062,35           | 35 411,66 <sup>++</sup> |
| Predplodiny                          | 1               | 1,75              | 58,33 <sup>++</sup>     |
| Opakovanie                           | 3               | 0,62              | 20,66 <sup>++</sup>     |
| Príprava pôdy × prisev — ošetrovanie | 6               | 3,75              | 125,00 <sup>++</sup>    |
| Príprava pôdy × roky                 | 3               | 6,35              | 211,66 <sup>++</sup>    |
| Príprava pôdy × predplodiny          | 3               | 12,01             | 400,66 <sup>++</sup>    |
| Prisev × roky                        | 2               | 18,00             | 600,00 <sup>++</sup>    |
| Prisev × predplodiny                 | 2               | 6,34              | 211,33 <sup>++</sup>    |
| Predplodiny × roky                   | 1               | 0,02              | 0,67                    |
| Príprava pôdy × prisev × roky        | 6               | 6,57              | 219,00 <sup>++</sup>    |
| Príprava pôdy × prisev × predplodina | 6               | 3,13              | 104,33 <sup>++</sup>    |
| Nekontrolovateľné činitele           | 152             | 0,03              |                         |

III. Úrody lucerny v t sušiny na ha v druhom a treťom roku vegetácie — Lucerne yields (t dry matter per ha) in the second and third year of growing

| Termín založenia porastu v lete | Priprava pôdy | Dosiagnuté úrody |       |                |       |                 |       | $\bar{x}$<br>ABK<br>1979–<br>–1980 |
|---------------------------------|---------------|------------------|-------|----------------|-------|-----------------|-------|------------------------------------|
|                                 |               | A - prísevu r.   |       | B - prísevu r. |       | K - bez prísevu |       |                                    |
|                                 |               | 1979             | 1980  | 1979           | 1980  | 1979            | 1980  |                                    |
| Po skorých zemiakoch            | 1 žiadna      | 7,72             | 10,80 | 7,14           | 10,85 | 8,13            | 8,98  | 8,94                               |
|                                 | 2 rotavátor   | 8,83             | 11,50 | 8,51           | 11,77 | 8,87            | 10,01 | 9,91                               |
|                                 | $\bar{x}$     | 8,25             | 11,15 | 7,83           | 11,31 | 8,50            | 9,50  | 9,42                               |
| Po ovse na krm                  | 1 žiadna      | 6,21             | 10,40 | 6,25           | 11,82 | 4,74            | 8,56  | 7,99                               |
|                                 | 2 rotavátor   | 4,85             | 10,52 | 5,64           | 11,54 | 3,99            | 9,18  | 7,59                               |
|                                 | 3 brány akt.  | 4,69             | 10,30 | 5,59           | 11,98 | 4,73            | 10,16 | 7,91                               |
|                                 | 4 pluh        | 4,80             | 7,87  | 5,70           | 9,47  | 5,55            | 7,25  | 6,77                               |
|                                 | $\bar{x}$     | 5,14             | 9,77  | 5,80           | 11,20 | 4,77            | 8,76  | 7,57                               |
| Po jačmeni                      | 1 žiadna      | 4,51             | 9,46  | 4,90           | 10,08 | 3,80            | 5,41  | 6,36                               |
|                                 | 2 rotavátor   | 5,55             | 11,72 | 4,88           | 11,80 | 4,40            | 7,73  | 7,68                               |
|                                 | 3 brány akt.  | 6,09             | 10,47 | 5,36           | 10,55 | 5,94            | 9,70  | 8,02                               |
|                                 | 4 pluh        | 5,36             | 10,77 | 5,00           | 11,15 | 4,37            | 8,10  | 7,45                               |
|                                 | $\bar{x}$     | 5,38             | 10,61 | 5,04           | 10,90 | 4,63            | 7,73  | 7,38                               |
| Po ovse +<br>+ jačmeni          | 1 žiadna      | 5,36             | 9,93  | 5,57           | 10,95 | 4,27            | 6,98  | 7,17                               |
|                                 | 2 rotavátor   | 5,20             | 11,12 | 5,26           | 11,67 | 4,99            | 8,40  | 7,63                               |
|                                 | 3 báryny akt. | 5,39             | 10,38 | 5,47           | 11,26 | 5,33            | 9,93  | 7,96                               |
|                                 | 4 pluh        | 5,08             | 9,32  | 5,35           | 10,31 | 4,96            | 7,67  | 7,11                               |
|                                 | $\bar{x}$     | 5,26             | 10,18 | 5,41           | 11,04 | 4,70            | 8,25  | 7,47                               |

bovou sejačkou [o 1 t. ha<sup>-1</sup>] za dva roky oproti sejbe sejačkou SAXONIA po bráňení i napriek hustejšiemu vzídeniu súvisia s väčšími utlačenou pôdou sejačkou (kolesami i pätkami) a tiež s väčším poškodením rastlín porastu diskami sejačky.

Nepatrný rozdiel medzi úrodami lucerny vysievanej po ovse a po jačmeni sa zvýšil prísevom na 0,5 t. ha<sup>-1</sup> ročne v prospech prísevu po jačmeni a bez prísevu na 0,6 t. ha<sup>-1</sup> naopak v prospech lepšieho porastu lucerny po ovse vďaka jeho skoršiemu zberu (na krm). Lucerna po jačmeni bola redšia a horšia, a preto aj prísev bol na nej efektívnejší. Avšak výrazné rozdiely podľa variantov prísevu boli po rôznych spôsoboch prípravy pôdy a sejby a tiež medzi rokmi vegetácie.

Úrody lucerny po ovse boli najnižšie (s prísevom i bez neho) po klasickej príprave orbou a najvyššie z výsevu do nespracovanej pôdy, avšak len po príseve. Po jačmeni boli najnižšie úrody z lucerny vysiatej do nespracovanej pôdy na variantoch s prísevom i bez neho a najvyššie

IV. Podiel burín v % úrody zeleného krmu z lucerny vysiatej v lete po ovse a jačmeni — The percentual proportion of weeds in the green lucerne forage harvested from a stand sown in summer after oats and barley

| Rok<br>vegetácie<br>lucerny | Variant<br>kosba | Prísev lucerny do pôdy lucerniska |      |     |             |           |                        |      |      |             |           | K - kontrola bez prísevu |      |      |             |           |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|------|-----|-------------|-----------|------------------------|------|------|-------------|-----------|--------------------------|------|------|-------------|-----------|
|                             |                  | A - nespracovanej                 |      |     |             |           | B - pobránenej         |      |      |             |           |                          |      |      |             |           |
|                             |                  | 1.                                | 2.   | 3.  | 4.          | $\bar{x}$ | 1.                     | 2.   | 3.   | 4.          | $\bar{x}$ | 1.                       | 2.   | 3.   | 4.          | $\bar{x}$ |
| Druhý                       | 1                | protiburinová<br>kosba            | 22,3 | 0,7 | nezisťované | 11,5      | protiburinová<br>kosba | 44,1 | 1,1  | nezisťované | 22,6      | protiburinová<br>kosba   | 60,8 | 1,7  | nezisťované | 31,2      |
|                             | 2                |                                   | 43,5 | 5,4 |             | 24,5      |                        | 27,6 | 10,9 |             | 19,2      |                          | 48,7 | 9,4  |             | 29,1      |
|                             | 3                |                                   | 17,6 | 2,3 |             | 9,9       |                        | 14,9 | 2,2  |             | 8,5       |                          | 25,6 | 5,6  |             | 15,6      |
|                             | 4                |                                   | 9,4  | 0,5 |             | 4,9       |                        | 24,3 | 3,8  |             | 14,0      |                          | 27,1 | 9,8  |             | 18,5      |
|                             | $\bar{x}$        |                                   | 23,2 | 2,2 |             | 12,7      |                        | 25,7 | 4,5  |             | 15,1      |                          | 40,6 | 6,6  |             | 23,6      |
| Tretí                       | 1                | 10,0                              | 15,9 | 3,7 | 5,4         | 8,8       | 10,8                   | 6,5  | 4,4  | 10,3        | 8,0       | 28,7                     | 23,5 | 11,3 | 4,3         | 17,0      |
|                             | 2                | 10,9                              | 8,4  | 5,7 | 3,6         | 7,1       | 10,3                   | 3,7  | 2,4  | 3,7         | 5,0       | 16,9                     | 8,3  | 2,9  | 7,8         | 9,0       |
|                             | 3                | 11,3                              | 4,9  | 1,5 | 3,7         | 5,3       | 9,9                    | 4,4  | 3,0  | 5,5         | 5,7       | 3,9                      | 3,3  | 2,5  | 3,5         | 3,3       |
|                             | 4                | 5,1                               | 3,1  | 2,6 | 3,2         | 3,5       | 7,9                    | 5,0  | 1,8  | 2,8         | 4,4       | 15,9                     | 6,5  | 4,2  | 9,1         | 8,9       |
|                             | $\bar{x}$        | 9,3                               | 8,1  | 3,4 | 4,0         | 6,2       | 9,7                    | 4,9  | 2,9  | 5,6         | 5,8       | 16,3                     | 10,4 | 5,2  | 6,2         | 9,5       |

V. Počet býľ lucerny na m<sup>2</sup> po príseve a bez prísevu v druhom a treťom roku vegetácie z letnej sejby po rôznej príprave pôdy a predplodine — The number of the stems of summer-sown lucerne per m<sup>2</sup> after additional sowing and without additional sowing in the second and third year of growing after different soil preparation and different forecrops

| Sejba lucerny po | Varianty prípravy pôdy | Počet býľ lucerny na m <sup>2</sup> v roku vegetácie |     |                    |             |     |                    |
|------------------|------------------------|------------------------------------------------------|-----|--------------------|-------------|-----|--------------------|
|                  |                        | druhom                                               |     |                    | treťom      |     |                    |
|                  |                        | prisievanej                                          |     | ne-<br>prisievanej | prisievanej |     | ne-<br>prisievanej |
|                  |                        | A                                                    | B   | K                  | A           | B   | K                  |
| Zemiakoch        | 1                      | 411                                                  | 384 | 328                | 613         | 536 | 592                |
|                  | 2                      | 370                                                  | 407 | 388                | 680         | 651 | 600                |
|                  | $\bar{x}$              | 390                                                  | 385 | 358                | 647         | 593 | 596                |
| Ovse na krm      | 1                      | 341                                                  | 421 | 343                | 583         | 556 | 322                |
|                  | 2                      | 354                                                  | 339 | 266                | 535         | 529 | 460                |
|                  | 3                      | 299                                                  | 342 | 242                | 587         | 533 | 471                |
|                  | 4                      | 308                                                  | 346 | 288                | 592         | 545 | 517                |
|                  | $\bar{x}$              | 324                                                  | 362 | 285                | 574         | 541 | 493                |
| Jačmeni          | 1                      | 294                                                  | 220 | 186                | 474         | 550 | 274                |
|                  | 2                      | 313                                                  | 370 | 230                | 576         | 627 | 372                |
|                  | 3                      | 350                                                  | 338 | 424                | 627         | 520 | 464                |
|                  | 4                      | 362                                                  | 280 | 322                | 604         | 564 | 443                |
|                  | $\bar{x}$              | 354                                                  | 302 | 290                | 570         | 565 | 388                |
| Ovse + jačmeni   | všetky                 |                                                      |     |                    |             |     |                    |
|                  | 1. kosba               | protiburinová kosba                                  |     |                    | 680         | 619 | 488                |
|                  | 2. kosba               | 393                                                  | 396 | 326                | 671         | 666 | 544                |
|                  | 3. kosba               | 308                                                  | 342 | 295                | 517         | 519 | 399                |
|                  | 4. kosba               | nezisťované                                          |     |                    | 422         | 409 | 331                |
|                  | $\bar{x}$              | 351                                                  | 369 | 310                | 572         | 553 | 441                |

z lucerny vysiatej po príprave rotavátorom a potom prisievanej. Lucerna založená po príprave bránami s aktívnym pohybom dala bez prísevu najvyššie úrody v priemere po ovse a jačmeni.

Najvyšší podiel burín v prvej kosbe lucerny (19—70 %) zostal vysoký ešte aj v druhej kosbe (14—58 %). Len v tretej kosbe sa znížil na bežnú úroveň (5—7 %) (tab. IV). Pritom najviac buriny v priemere na kosbu bolo na kontrolnom variante bez prísevu (14,9 %), menej po príseve sejačkou SAXONIA po brázení (13,9 %) a najmenej po priamom príseve bezorbovou sejačkou (9,8 %).

Z troch predplodín bolo najmenej burín po zemiakoch, dvakrát až

trikrát viacej po ovse a najviacej po jačmeni, kde sa prvá kosba urobila ako protiburinová bez zisťovania hmotnosti úrody. V druhej kosbe lucerny po jačmeni bolo dvakrát viac burín ako po ovse. V úrodách tretieho roka kleslo zaburinenie za štyri kosby relatívne menej po ovse z 5,3 % na 4,94 — 4,16 %, ako po jačmeni zo 7,86 % na 5,36 — 4,71 %. Aj tu bolo najvyššie zaburinenie v prvej kosbe, ktoré v ďalších kosbách postupne klesalo.

Počet byl prísievanej lucerny v druhom roku vegetácie po ovse dosiahol za kosbu priemerne 324 až 362 na m<sup>2</sup> oproti 285 bez prísievu, po jačmeni 354 až 302 byl oproti 290 byliam bez prísievu (tab. V). Počet byl v treťom roku stúpol v lucerne po ovse za kosbu na 541 až 574 po prísieve oproti 493 byliam bez prísievu a po jačmeni na 565 až 570 byl oproti 388 byliam bez prísievu. Relatívne zvýšenie úrod z prísievu je nižšie než to, ktoré dosiahli Brown a Stafford (1969). Skoré termíny prísievu na zamrznutú pôdu, vyžadujúce podľa Genesta (1978) skoré zistenie stavu prezimovania, sú u nás problematické pre časté holomrazy a potrebu prácneho zisťovania stavu z odobratých vzoriek.

Úrody lucerny vysiatej po skorých zemiakoch boli vďaka lepšej predplodine i príprave k sejbe vyššie oproti lucerne po ovse a jačmeni o 1,95 t sušiny na ha ročne, a to hlavne v druhom roku pestovania o 3,05 t . ha<sup>-1</sup> a len menej v treťom roku o 0,83 t . ha<sup>-1</sup>. Pre lepšie vzídenie a prezimovanie lucerny po zemiakoch boli aj oba spôsoby prísievu menej účinné (prírastok 0,63 t sušiny na ha ročne oproti kontrole) než po ovse a jačmeni. Lucerna po bezorebnej sejbe bola úrodami horšia o 1 t sušiny na ha ako po použití rotavátoru a normálnej sejbe.

## Literatúra

- BROWN, C. S. — STAFFORD, R. F.: Alfalfa renewal following winter injury. Res. in the life sci., fall 1969, s. 4.  
 GENEST, J.: Les résemis de luzernières par le gel — Compte rendu du Colloque luzerne tenu à Québec les 14 à 15 février 1978, Agriculture Québec 1978.  
 GERVAIS, P.: Les doses de semis de la luzerne. Compte rendu du Colloque luzerne tenu à Québec les 14 à 15 février 1978, Agriculture Québec 1978.  
 GUY, P.: Competition intraspecific chez les plantes fourragères, IX. Congrès des Herbages, Sao Paulo Section I., 1965, s. 511.  
 JAMRIŠKA, P.: Vplyv hustoty, kompletnosti porastu lucerny a krycích plodín. [Záv. správa.] Piešťany, VÚRV 1980, 59 s.  
 MARTEN, C. G. — WEDIN, W. F. — HUEG, W. F.: Density of alfalfa plants as a criterion for estimating productivity of an alfalfa — brome grass mixture on fertile soil. Agronomy J., 55, 1963, č. 4, s. 343-344.

Došlo dňa 23. 7. 1981

ДАНЧИК, И. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Пищанты): Влияние улучшения изреженных посевов люцерны подсевом ячменя на их продукцию и состав. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1187-1196.

В полевом опыте, заложенном с летним высевом люцерны в сухом 1978 году, изреженные посевы люцерны нами улучшались подсевом весной 1979 года, причем оценивались ее урожаи и состав посева. Густота посевов люцерны, высеянной летом после уборки овса на корм (165—170 растений на м<sup>2</sup>) и после ячменя (73 растения на м<sup>2</sup>), понижалась после 1 зимовки после овса (на 79) и после ячменя (на 52 растения) и потом повысилась после подсева нормальной селюкой в посев, обработанный боронами, на 207 растений после овса и на 103 растения после ячменя. При помощи безотвального высева густота посевов повысилась после овса на корм вплоть до 254 и после ячменя вплоть до 218 растений на м<sup>2</sup> по сравнению с количеством 54 растений после овса на корм и после ячменя 42 растения на контрольном варианте без подсева. В люцерне с подсевом повысилась также густота стеблестоя на втором году вегетации на 718 растений на м<sup>2</sup> по сравнению с числом 621 стебля на 1 м<sup>2</sup> контрольного варианта, причем больше после овса, чем после ячменя. Доля



сорняков в урожае понизилась с подсевом на 12,7–15,1 %, главным образом на втором году вегетации по сравнению с 23,6 % у контроля. По сравнению с контролем подсев повысил урожай люцерны на 2,5–3,5 т сухого вещества на га за два года, причем на третьем году вегетации больше (на 1,9–2,8 т/га), чем на втором году (на 0,6–0,75 т), а также больше с подсевом в люцерну после ячменя, чем после овса (на 1 т/га), т.е. больше после подсева нормальной сеялкой, чем при безотвальном высеве.

люцерна; агротехника; обработка

DANČÍK, J. (Research Institute of Crop Production, Piešťany): *Additional Lucerne Sowing for Thin Stand Improvement: Effect on Lucerne Output and Stand Composition*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) :1187-1196.

In a field experiment lucerne was sown in the summer of 1978. The stands were thin owing to the drought of 1978 and had to be improved by additional sowing in the spring of 1979. The yields and stand composition were recorded in these plots. The density of the lucerne stand sown in summer after the harvest of fodder oats (165 to 170 plants per m<sup>2</sup>) and after barley (73 plants per m<sup>2</sup>) decreased to 79 plants after oats and to 52 plants after barley when the first winter was over. Then the stand was harrowed and additional sowing was performed with a normal sowing machine; as a result, stand density increased to 207 plants after oats and 103 plants after barley. However, when the zero-tillage drill was used for additional sowing, stand density increased to as many as 254 plants after fodder oats and 218 plants per m<sup>2</sup> after barley. In the control variant (without additional sowing) the stand density levels were 54 plants per m<sup>2</sup> after fodder oats and 42 plants per m<sup>2</sup> after barley. The improved lucerne stand also had a higher number of stems per m<sup>2</sup> (718) in the second year of growing, whereas the control variant had only 621 stems per m<sup>2</sup>; this increase was more marked after oats than barley. Additional sowing reduced the proportion of weeds in the harvested crop to 12.7–15.1 % (mainly in the second year of growing) as distinct from the 23.6 % level in the control. Lucerne yield was increased by 2.5 to 3.5 t dry matter per ha for two years, as a result of additional sowing; in the third year of growing this increase was higher (by 1.9 to 2.8 t/ha) than in the second year (by 0.6 to 0.75 t); it was also higher after barley than after oats (by 1 t per ha) and after additional sowing with a plain drill than with the drill for zero-tillage sowing.

lucerne; cultural practices; treatment

DANČÍK, J. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Piešťany): *Einfluß der Besserung lichter Luzernebestände durch die Beisaat auf ihre Produktion und Zusammensetzung*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) :1187-1196.

In einem Feldversuch mit der Sommersaat von Luzerne im trockeneren Jahr 1978 wurden lichte Luzernebestände durch die Beisaat fürs Frühjahr 1979 gebessert und es wurden ihre Erträge und Zusammensetzung festgestellt. Die Bestandesdichte von Luzerne, die im Sommer nach der Ernte von Futterhafer ausgesät wurde, sank nach der ersten Auswinterung nach Hafer von 165 bis 170 auf 79 Pflanzen je m<sup>2</sup> und nach Gerste von 73 auf 52 Pflanzen je m<sup>2</sup> und dann erhöhte sie sich nach der Beisaat mit einer üblichen Drillmaschine in den mit Eggen bestellten Bestand auf 207 Pflanzen je m<sup>2</sup> nach Hafer und auf 103 Pflanzen je m<sup>2</sup> nach Gerste. Mit der Direktdrillmaschine erhöhte sie sich nach Futterhafer bis auf 254 Pflanzen je m<sup>2</sup> und nach Gerste bis auf 218 Pflanzen je m<sup>2</sup> gegenüber 54 Pflanzen je m<sup>2</sup> nach Futterhafer und 42 Pflanzen je m<sup>2</sup> nach Gerste auf der nicht beigesäten Kontrollvariante. In der beigesäten Luzerne erhöhte sich auch die Dichte von Stengeln im zweiten Jahr der Vegetation auf 718 Stengel je m<sup>2</sup>, gegenüber 621 Stengel je m<sup>2</sup> auf der Kontrollvariante (mehr nach Hafer als nach Gerste). Der Anteil an Unkraut im Ertrag sank durch die Beisaat auf 12,7 bis 15,1 %, hauptsächlich im zweiten Jahr der Vegetation gegenüber 23,6 % auf der Kontrollvariante. Durch die Beisaat erhöhte sich der Ertrag von Luzerne um 2,5 bis 3,5 t Trockensubstanz je ha im Laufe von zwei Jahren gegenüber der Kontrolle, im dritten Jahr der Vegetation mehr (um 1,9 bis 2,8 t.ha<sup>-1</sup>) als im zweiten Jahr (um 0,6 bis 0,75 t) und bei der Beisaat in die Luzerne auch mehr nach Gerste als nach Hafer (um 1 t.ha<sup>-1</sup>), beziehungsweise mehr nach der Beisaat mit der üblichen Drillmaschine als nach der Beisaat mit der Direktdrillmaschine.

Luzerne; Agrotechnik; Behandlung

Adresa autora:

Ing. Jozef Dančík, CSc., Výskumný ústav rastlinnej výroby, Bratislavská cesta 2696, 921 68 Piešťany

# VLIV POČTU PRODUKTIVNÍCH ODNOŽÍ NA STRUKTURU VÝNOSU ROSTLIN JARNÍ PŠENICE

M. Škorpík, V. Šíp, J. Hrabětová, Z. Kubů

---

ŠKORPÍK, M. — ŠÍP, V. — HRABĚTOVÁ, J. — KUBŮ, Z. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Vliv počtu produktivních odnoží na strukturu výnosu rostlin jarní pšenice*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1197-1206.

V pokusech s šesti hybridy F<sub>2</sub> generace byl sledován v přesném sponu 16,7 X X 6 cm (100 rostlin na m<sup>2</sup>) vliv počtu produktivních odnoží (od 1 do 7 klasů na rostlinu) na úroveň různých výnosových a morfologických znaků. Se stoupajícím počtem klasů na rostlinu klesala průměrná hmotnost zrn na klas i hmotnost 1000 zrn, zatímco u charakteristik počtu zrn na klas nebyly zaznamenány výrazné rozdíly. U všech výnosových znaků lze očekávat specifické zvláštnosti pro jednotlivé genotypy. Vlivem zvýšení počtu klasů na rostlinu došlo ke zvýšení délky rostliny a obvykle ke snížení listové plochy na jedno stéblo. Počet neproduktivních odnoží na rostlinu zůstal při nesterminálním počtu produktivních odnoží prakticky nezměněn (v průměru od 1,5 do 2).

jarní pšenice; počet odnoží; výnosové a morfologické znaky

---

Rostliny trav a obilovin jsou tvořeny morfologicky podobnými, vzájemně propojenými částmi, které nazýváme odnože. U ozimé pšenice je při běžných hustotách rostlin zakládáno okolo šesti pupenů hlavního stonku, u jarního ječmene obvykle kolem pěti (Gallagher a Biscoe, 1978). Pupy odnoží jsou z počátku zásobovány uhlohydráty z hlavního stébla, ovšem po rozvinutí vlastní listové plochy se relativně osamostatňují (Quinlan a Sagar, 1962). Vyvíjející se rostlina je tak složena z hlavního stonku a relativně samostatných odnoží, které podporují řadu mladších odnoží v různých fázích vývoje. Nové odnože se mohou objevit i během nalévání zrna v důsledku zeslabené apikální dominance (Langer et al., 1973). To se obvykle vyskytuje v polehlých, dobře vyhnojených porostech při vlhkém počasí. Pozdější odnože významně nepřispívají k výnosu a oddalují sklizeň (Gallagher a Biscoe, 1978). Některé z odnoží odumírají ještě před anthesí a neposkytují klasy. Příčiny odumírání odnoží je obtížné zjistit. Za příčinu bývá uváděn nedostatek asimilátů, často v souvislosti s nedostatkem minerálních živin, zvláště dusíku. Pro odnožující rostlinu je příznačná silná vnitřní soutěživost, která zabraňuje mnoha odnožím vyjádřit skutečnou potenciální produktivitu (Donald, 1979). Je prokázáno, že některé odnože jsou zásobovány asimiláty praporcového listu a jiných listů hlavního stonku (Rawson a Hofstra, 1969). Kirby a Jones (1977) a Mohamed a Marshall (1979) zjistili výrazné zvý-

šení hmotnosti zrna klasu hlavního stébla po odstranění odnoží, a to zvláště v nejranějších růstových a vývojových fázích.

Počet klasů na rostlinu má obvykle vysoký podíl na determinaci stupně výnosu, což evidentně souvisí s výkyvy v počtu vytvořených odnoží v konkrétních podmínkách prostředí. Vzhledem k negativní genetické korelaci mezi počtem klasů na rostlinu a prvky produktivity klasu se jako nejvýhodnější ukazuje střední genetická úroveň v počtu klasů na rostlinu a vytvoření optimálního počtu odnoží za konkrétních podmínek (Š í p a Š k o r p í k, 1979). Ve vysokých hustotách porostu bývají odnože nepříznivě rozmístěny, což se negativně odráží v produktivitě klasu (D a r w i n k e l, 1978).

Předmětem této práce je posouzení vlivu počtu produktivních odnoží vytvořených v jistém sponu na úroveň různých výnosových a morfologických znaků.

## MATERIÁL A METODY

Měření rostlin bylo prováděno na materiálu kříženců jarní pšenice generace F<sub>2</sub>. Pokus byl založen na třech pokusných místech (Troubsko, Ruzyně, Klatovy), po dva roky (1978 a 1979) vždy ve dvou opakováních a v přesném sponu 16,7 X 6 cm, což představuje 1 mil. rostlin na hektar.

K měření bylo použito těchto šesti kříženců:

- '13' — 'N 69' X 'Solo'
- '15' — 'N 69' X 'Forlani'
- '23' — 'Siete Cerros' X 'Solo'
- '24' — 'Siete Cerros' X 'Janus'
- '25' — 'Siete Cerros' X 'Forlani'
- '35' — 'Solo' X 'Forlani'

Měření bylo prováděno na rostlinách zapojeného porostu. Během vegetace byla měřena plocha čepelí prvního a druhého listu shora na produktivním stéble s označením každého individua k jeho pozdější identifikaci. Toto měření bylo prováděno v době pěti až 10 dnů po vymetání rostlin.

Rovněž v tutéž dobu byl na každé rostlině zjištěn počet všech odnoží, včetně neproduktivních.

Rostliny byly sklizeny a rozborovány opět odděleně, takže na každé z nich bylo možno vyhodnotit 18 znaků a z nich pro tuto práci byly využity tyto: HZK — hmotnost zrna na klas, PkK — počet klásků v klasu, PZK — počet zrna na klas, PZk — počet zrn na klásek, HIZ — hmotnost 1000 zrn v gramech, DER — délka rostliny v cm, DKL — délka klasu v cm, NOK — počet neproduktivních odnoží připadající na jednu odnož produktivní, SIL — šířka prvního listu shora v cm, NPR — čistá produkce zrna tj. poměr hmotnosti zrna a listové plochy (HZK/LIS) a LIS — listová plocha v cm<sup>2</sup> připadající na jedno stéblo.

Rostliny po sklizni byly rozděleny na jedno, dvou, tří, ... až sedmiklasé. Několik rostlin, které měly víc než sedm klasů bylo z pokusu vyloučeno. U jednotlivých kříženců bylo měřeno 400 až 700 rostlin z nichž 1 až 7klasých bylo od 389 do 649. U všech šesti kříženců bylo celkem 180 jednoklasých, 598 dvouklasých, 843 tříklasých, 554 čtyřklasých, 394 pětiklasých, 202 šestiklasých a 119 sedmiklasých rostlin.

Průměry kříženců uváděné v tab. I jsou vypočítány ze tří míst, dvou let a dvou opakování proto, aby počet měřených jedinců u jednoklasých až sedmiklasých rostlin byl dostatečný.

## VÝSLEDKY

Průměrné hodnoty nejdůležitějších 11 znaků zjištěných na 1, 2, 3, 4, 5, 6 a 7klasých rostlinách uvádí tab. I a vyplývá z ní následující zjištění:

1. Průměrné hodnoty 10 znaků u dvou až sedmiklasých rostlin kříženců odrůd jarní pšenice (1 — 'N 69', 2 — 'Siete Cerros', 3 — 'Solo', 4 — 'Janus', 5 — 'Forlani') F<sub>2</sub> generace — The average values of 10 traits in two- to seven-eared plants of the hybrids of spring wheat cultivars (1 — 'N 69', 2 — 'Siete Cerros', 3 — 'Solo', 4 — 'Janus', 5 — 'Forlani') of F<sub>2</sub> generation

| Počet klasů<br>na rostlině      | Kříženec |       |       |       |       |       | Průměr |
|---------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                 | 13       | 15    | 23    | 24    | 25    | 35    |        |
| HZK — Hmotnost zrna na klas v g |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                               | 1,01     | 1,57  | 1,21  | 1,69  | 2,17  | 1,23  | 1,48   |
| 2                               | 1,15     | 1,40  | 1,35  | 1,53  | 1,71  | 1,41  | 1,42   |
| 3                               | 1,08     | 1,37  | 1,28  | 1,51  | 1,72  | 1,51  | 1,41   |
| 4                               | 1,13     | 1,42  | 1,18  | 1,50  | 1,60  | 1,50  | 1,39   |
| 5                               | 1,03     | 1,26  | 1,14  | 1,44  | 1,59  | 1,48  | 1,32   |
| 6                               | 1,07     | 1,28  | 1,00  | 1,38  | 1,50  | 1,54  | 1,30   |
| 7                               | 0,97     | 1,34  | 0,83  | 1,20  | 1,25  | 1,64  | 1,20   |
| Průměr                          | 1,06     | 1,38  | 1,14  | 1,46  | 1,65  | 1,47  | 1,36   |
| PZK — Počet zrn na klas         |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                               | 26,81    | 37,50 | 34,38 | 41,22 | 48,31 | 29,12 | 36,75  |
| 2                               | 30,09    | 32,95 | 35,41 | 38,74 | 41,32 | 32,85 | 35,23  |
| 3                               | 29,39    | 33,44 | 34,99 | 38,94 | 40,64 | 35,59 | 35,50  |
| 4                               | 31,50    | 35,33 | 33,34 | 39,67 | 40,90 | 34,65 | 35,90  |
| 5                               | 30,12    | 32,14 | 33,74 | 38,48 | 40,46 | 37,97 | 35,48  |
| 6                               | 30,03    | 33,16 | 31,27 | 38,30 | 41,75 | 36,17 | 35,11  |
| 7                               | 29,65    | 33,90 | 26,94 | 36,40 | 38,00 | 39,97 | 35,80  |
| Průměr                          | 29,66    | 34,06 | 32,87 | 38,82 | 41,63 | 35,19 | 35,68  |
| PkK — Počet klásků v klasu      |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                               | 12,00    | 12,33 | 13,69 | 14,24 | 14,94 | 12,53 | 13,29  |
| 2                               | 13,98    | 12,89 | 14,24 | 14,98 | 15,35 | 15,63 | 14,51  |
| 3                               | 13,79    | 13,55 | 14,58 | 15,05 | 15,25 | 15,74 | 14,66  |
| 4                               | 13,96    | 13,61 | 14,38 | 15,21 | 14,63 | 15,82 | 14,60  |
| 5                               | 13,28    | 13,72 | 13,70 | 14,51 | 14,62 | 16,25 | 14,35  |
| 6                               | 13,97    | 13,61 | 12,94 | 14,83 | 15,05 | 16,07 | 14,41  |
| 7                               | 13,21    | 13,11 | 12,28 | 13,97 | 13,29 | 16,17 | 13,67  |
| Průměr                          | 13,45    | 13,26 | 13,68 | 14,68 | 14,73 | 16,46 | 14,21  |

| Počet klasů<br>na rostlině  | Kříženec |       |       |       |       |       | Průměr |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                             | 13       | 15    | 23    | 24    | 25    | 35    |        |
| PZk — Počet zrn na klásek   |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                           | 2,19     | 3,04  | 2,50  | 2,90  | 3,19  | 2,42  | 2,71   |
| 2                           | 2,15     | 2,55  | 2,47  | 2,59  | 2,68  | 2,08  | 2,42   |
| 3                           | 2,13     | 2,48  | 2,39  | 2,61  | 2,69  | 2,26  | 2,43   |
| 4                           | 2,28     | 2,59  | 2,28  | 2,63  | 2,78  | 2,19  | 2,46   |
| 5                           | 2,27     | 2,35  | 2,45  | 2,65  | 2,78  | 2,34  | 2,47   |
| 6                           | 2,15     | 2,43  | 2,41  | 2,54  | 2,76  | 2,25  | 2,42   |
| 7                           | 2,24     | 2,54  | 2,19  | 2,65  | 2,84  | 2,47  | 2,49   |
| Průměr                      | 2,20     | 2,57  | 2,38  | 2,65  | 2,82  | 2,29  | 2,49   |
| H1Z — Hmotnost 1000 zrn v g |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                           | 37,73    | 41,82 | 37,91 | 41,45 | 44,15 | 41,46 | 40,26  |
| 2                           | 37,76    | 41,66 | 37,52 | 40,25 | 41,10 | 42,74 | 40,17  |
| 3                           | 37,78    | 40,04 | 36,80 | 39,28 | 42,15 | 42,74 | 39,80  |
| 4                           | 35,73    | 40,29 | 34,85 | 37,59 | 39,71 | 43,43 | 38,60  |
| 5                           | 34,21    | 39,31 | 33,22 | 36,96 | 38,53 | 39,97 | 37,03  |
| 6                           | 37,20    | 38,15 | 32,05 | 36,61 | 35,24 | 42,87 | 37,02  |
| 7                           | 35,02    | 40,40 | 32,71 | 32,71 | 32,63 | 40,53 | 35,67  |
| Průměr                      | 36,49    | 40,24 | 34,58 | 37,84 | 39,08 | 41,96 | 38,36  |
| DER — Délka rostliny v cm   |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                           | 57,23    | 66,28 | 63,07 | 73,59 | 78,74 | 77,82 | 69,46  |
| 2                           | 62,90    | 70,07 | 64,58 | 76,38 | 79,26 | 75,23 | 71,40  |
| 3                           | 62,28    | 72,77 | 65,60 | 78,63 | 84,44 | 78,48 | 73,70  |
| 4                           | 63,20    | 71,22 | 65,83 | 80,36 | 83,12 | 80,32 | 74,01  |
| 5                           | 62,37    | 69,48 | 67,15 | 79,93 | 81,85 | 88,50 | 74,88  |
| 6                           | 64,60    | 71,74 | 67,07 | 76,91 | 87,73 | 83,95 | 75,33  |
| 7                           | 63,66    | 74,42 | 67,89 | 77,75 | 82,55 | 90,60 | 76,14  |
| Průměr                      | 62,32    | 70,85 | 65,88 | 77,65 | 82,53 | 82,13 | 73,56  |

| Počet klasů<br>na rostlině                   | Kříženec |       |       |       |       |       | Průměr |
|----------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                              | 13       | 15    | 23    | 24    | 25    | 35    |        |
| DKL — Délka klasu v cm                       |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                                            | 6,19     | 6,81  | 6,41  | 7,25  | 7,36  | 5,88  | 6,65   |
| 2                                            | 6,51     | 6,97  | 6,60  | 7,23  | 7,30  | 6,22  | 6,81   |
| 3                                            | 6,51     | 6,91  | 6,59  | 7,48  | 7,27  | 6,37  | 6,86   |
| 4                                            | 6,57     | 6,94  | 6,56  | 7,58  | 7,29  | 6,46  | 6,90   |
| 5                                            | 6,48     | 7,07  | 6,49  | 7,48  | 7,24  | 6,69  | 6,90   |
| 6                                            | 6,70     | 6,93  | 6,34  | 7,63  | 7,52  | 6,70  | 6,97   |
| 7                                            | 6,52     | 7,00  | 6,12  | 7,11  | 7,15  | 6,92  | 6,80   |
| Průměr                                       | 6,50     | 6,95  | 6,44  | 7,39  | 7,30  | 6,46  | 6,84   |
| NOK — Počet neproduktivních odnoží na 1 klas |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                                            | 1,77     | 1,47  | 1,79  | 1,48  | 1,31  | 1,47  | 1,55   |
| 2                                            | 0,79     | 0,78  | 0,96  | 0,75  | 0,77  | 0,85  | 0,82   |
| 3                                            | 0,56     | 0,61  | 0,63  | 0,42  | 0,54  | 0,51  | 0,54   |
| 4                                            | 0,45     | 0,59  | 0,43  | 0,47  | 0,50  | 0,48  | 0,49   |
| 5                                            | 0,30     | 0,44  | 0,35  | 0,29  | 0,36  | 0,29  | 0,34   |
| 6                                            | 0,26     | 0,38  | 0,22  | 0,34  | 0,40  | 0,30  | 0,32   |
| 7                                            | 0,23     | 0,34  | 0,16  | 0,24  | 0,32  | 0,34  | 0,27   |
| Průměr                                       | 0,62     | 0,66  | 0,65  | 0,57  | 0,60  | 0,61  | 0,62   |
| S1L — Šířka prvního listu v mm               |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                                            | 10,00    | 12,81 | 9,38  | 11,86 | 14,80 | 11,37 | 11,70  |
| 2                                            | 10,78    | 13,11 | 9,83  | 12,53 | 14,52 | 12,97 | 12,24  |
| 3                                            | 11,09    | 13,46 | 10,03 | 12,69 | 14,59 | 12,64 | 12,42  |
| 4                                            | 10,72    | 13,67 | 10,20 | 12,57 | 14,36 | 12,86 | 12,40  |
| 5                                            | 10,79    | 13,62 | 10,23 | 12,25 | 14,33 | 13,45 | 12,44  |
| 6                                            | 11,12    | 13,77 | 9,89  | 12,58 | 14,91 | 13,04 | 12,55  |
| 7                                            | 10,62    | 13,49 | 9,87  | 11,53 | 14,41 | 13,95 | 12,31  |
| Průměr                                       | 10,73    | 13,42 | 9,92  | 12,29 | 14,56 | 12,90 | 12,29  |



| Počet klasů<br>na rostlině                              | Kříženec |       |       |       |       |       | Průměr |
|---------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                                         | 13       | 15    | 23    | 24    | 25    | 35    |        |
| NPR — poměr zrno/listová plocha v mg . cm <sup>-2</sup> |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                                                       | 53,6     | 54,2  | 64,6  | 73,0  | 67,2  | 55,6  | 61,4   |
| 2                                                       | 66,9     | 66,3  | 68,9  | 72,9  | 65,5  | 60,4  | 66,8   |
| 3                                                       | 66,3     | 65,3  | 70,6  | 77,1  | 69,4  | 69,3  | 69,7   |
| 4                                                       | 75,0     | 69,9  | 75,3  | 75,9  | 76,8  | 65,5  | 73,1   |
| 5                                                       | 84,9     | 71,4  | 69,9  | 77,5  | 78,6  | 61,8  | 74,0   |
| 6                                                       | 72,2     | 64,4  | 78,9  | 100,9 | 56,4  | 65,7  | 73,1   |
| 7                                                       | 82,7     | 74,0  | 93,1  | 66,0  | 64,6  | 61,8  | 73,7   |
| Průměr                                                  | 71,7     | 66,5  | 74,5  | 77,6  | 68,4  | 62,9  | 70,3   |
| LIS — listová plocha na 1 stéblo v cm <sup>2</sup>      |          |       |       |       |       |       |        |
| 1                                                       | 27,82    | 37,25 | 28,12 | 28,83 | 41,91 | 26,16 | 31,68  |
| 2                                                       | 22,03    | 24,43 | 22,78 | 24,67 | 30,37 | 26,79 | 25,18  |
| 3                                                       | 20,56    | 24,83 | 21,20 | 23,49 | 29,07 | 25,22 | 24,06  |
| 4                                                       | 18,05    | 22,92 | 18,45 | 22,28 | 25,33 | 26,99 | 22,34  |
| 5                                                       | 15,61    | 21,90 | 18,93 | 20,27 | 23,89 | 27,63 | 21,37  |
| 6                                                       | 17,54    | 23,02 | 14,58 | 19,45 | 29,58 | 25,43 | 21,60  |
| 7                                                       | 14,14    | 19,43 | 10,29 | 20,11 | 22,66 | 27,39 | 19,00  |
| Průměr                                                  | 19,39    | 24,83 | 19,19 | 22,73 | 28,97 | 26,51 | 23,60  |

Hmotnost zrna na klas — u všech kříženců s výjimkou křížence '35' s přibývajícím počtem klasů na rostlině klesá. Totéž platí o průměru sledovaných šesti kříženců, kde pokles hmotnosti zrna na klas je zcela pravidelný. Naopak u křížence '35' ('Solo' X 'Forlani') je pozorován jev zcela opačný. Se vzrůstajícím počtem klasů na rostlině stoupá i hmotnost zrna na klas. Způsobil to především stoupající počet zrn na klas, výrazně stoupající délka rostliny, šířka prvního listu a jako u jediného křížence neklesající listová plocha na stéblo.

Počet zrn na klas — je znak, jehož průměr kříženců zůstává téměř neměnný a rozdíl mezi nejnižší hodnotou (u šestiklasých rostlin) a nejvyšší hodnotou znaku (u jednoklasých) je pouze 1,64 zrna. Mezi jednotlivými kříženci pak rozdíly jsou. Např. u kříženců '23', '24' a '25' s přibývajícím počtem klasů na rostlině PZK klesá a naopak u křížence '35' stoupá.

Počet klásků v klasu — nebyl u kříženců různým počtem klasů na rostlině ovlivněn ve stejném směru. V průměru je mezi rostlinami s různým počtem klasů PkK vyrovnán a pohybuje se kolem čísla 14.

Počet zrn na klásek — znak, jehož hodnoty mezi dvouklasými až sedmiklasými rostlinami kolísají jen nepatrně (rozdíl je 0,07). Jednoklasé rostliny však měly počet zrn na klásek v průměru o 0,3 větší. Tento rozdíl se výrazněji projevil u kříženců odrůdy 'Forlani', zvláště pak u '25' a nejvýrazněji u '15', kde jednoklasé rostliny mají o 1/2 zrna na klásek více než víceklasé.

Hmotnost 1000 zrn — u některých kříženců pravidelně pozvolna klesá. Zvláště je to patrné u všech tří kříženců odrůdy 'Siete Cerros' ('23', '24', '25'), kde jednoklasé rostliny dosahují nejvyšší HIZ (37,9; 41,5; 44,2), která s přibývajícím počtem klasů postupně klesá. U sedmiklasých rostlin je HIZ již podstatně nižší (32,7; 32,7; 32,6). U ostatních tří kříženců se tento jev nevyskytl. U průměru všech kříženců s přibývajícím počtem klasů na rostlině HIZ pravidelně klesá. Od 40,3 g u jednoklasých až po 35,7 g u sedmiklasých. Je to vysvětlitelné vlivem opožděného dozrávání později metajících mnohostébelných rostlin. Vzhledem k tomu, že se počet zrn na klas mezi rostlinami s různým počtem klasů u průměru neměnil, je klesající HIZ vysvětlována právě poklesem jejich hmotnosti (HIZ).

Délka rostliny — u většiny kříženců i u jejich průměrů (tam zcela pravidelně) se s přibývajícím počtem klasů na rostlině prodlužuje. Prodloužení rostlin mezi nejnižší hodnotou průměru 69,5 cm (u jednoklasých) a nejvyšší hodnotou 76,1 cm (u sedmiklasých) není však nikterak velké a je způsobeno vlivem větší hustoty porostu.

Délka klasu — mezi rostlinami s různým počtem klasů se neměnila. Její hodnoty u různoklasých rostlin zůstávaly jak u jednotlivých kříženců, tak i u jejich průměrů téměř stejné. Rozdíl mezi nejkratším klasem (6,65 cm u jednoklasých) a nejdelším klasem (6,97 cm u šestiklasých rostlin) je pouze 3 mm.

Počet neproduktivních odnoží na klas — u všech kříženců bez výjimky s přibývajícím počtem klasů na rostlině silně klesá. Průměr kříženců u jednoklasých je téměř 6 X vyšší než u sedmiklasých rostlin.

Šířka prvního listu shora — měnícím se počtem klasů se na rostlině mnoho neliší. Výjimku tvoří opět kříženec '35' podobně jako u HZK. Sledujeme-li průměry jednotlivých kříženců, shledáme značné rozdíly. Např. u křížence '23' je SIL necelých 10 mm, kdežto u křížence '25' 14,6 mm. V průměru zůstává SIL mezi různoklasými rostlinami stejná.

NPR (poměr zrna a listové plochy) — v průměru se nemění jen mezi čtyř a víceklasými rostlinami. U jedno, dvou a tříklasých rostlin stoupá (z 61,4 u jednoklasých až na 69,7 u tříklasých).

Listová plocha na jedno stéblo — u všech kříženců s přibývajícím počtem klasů na rostlině klesá. Výjimkou je znovu kříženec '35', kde listová plocha nesouvisí s počtem klasů na rostlině a udržuje se (ať již jde o rostliny 1, 2... či 7klasé) na stejné výši. U ostatních kříženců je pokles L1S od jednoklasých po sedmiklasé 1,5 až dvojnásobný.

## DISKUSE

Se zvětšující se úživnou plochou stoupá počet odnoží na rostlinu a s ním i počet a hmotnost zrn na klas (Š k o r p í k a Š í p, 1977). V jistém sponu rostlin je však hmotnost zrn ovlivněna počtem vytvoře-

ných odnoží negativně (Šíp a Škorpík, 1979), což je patrné i z předložených výsledků. Pokles hmotnosti zrn na klas však v průměru souvisel především s poklesem hmotnosti jednoho zrna u rostlin s více odnožemi rozdílného fyziologického stáří. Vysoce aktuální zůstává dosažení vyrovnanosti v produktivitě odnoží rostliny, a to zvláště v porostech s nepravidelným rozmístěním rostlin (Smoček, 1977).

Při dostatečném prostoru poskytnutém rostlinám počet odnoží na rostlinu evidentně značně kolísá. Variabilita ve vlastních pokusech je zvýšena také o genetickou variabilitu v segregující F<sub>2</sub> generaci. Je zřejmé, že rostlina málo omezovaná sponem (při nízké konkurenci mezi rostlinami) vytvoří jen takový počet odnoží, který zajišťuje dosažení odpovídající genetické úrovně v počtu zrn na klas. Pouze jednostébelné rostliny vykazovaly vyšší počet zrn na klas, a zvláště na klásek, což podobně prokázali Atsmon a Jacobs (1977). U počtu odnoží od dvou do sedmi nebyly však v průměru pozorovány výrazné rozdíly v charakteristikách počtu zrn, které jsou značně redukovány vlivem zvýšené hustoty rostlin (na rozdíl od hmotnosti 1000 zrn, ovlivňované sponem jen v malé míře — Škorpík et al., 1980).

Počet neproduktivních odnoží na jednu produktivní odnož klesal úměrně se zvětšujícím se počtem odnoží tak, že počet neproduktivních odnoží na rostlinu zůstával při nestejném počtu produktivních odnoží prakticky nezměněn (v průměru od 1,5 do 2). Je třeba zdůraznit podmínky řídkého sponu, neboť v hustém sponu, na stanovištích podporujících odnožování, rostliny nedokázaly redukovat tvorbu neproduktivních odnoží, což se projevilo prudkým poklesem ve výnosu zrna na klas i na plochu Škorpík a Šíp, 1977).

Listová plocha přepočítaná na jedno stéblo je vyšší zvláště u jedno-klasých rostlin, neboť zde se nejvýrazněji projevuje příspěvek listové plochy odnoží s opožděným růstem a vývojem, u nichž klasy nevyzrály, a tudíž nemohly být evidovány při sklizni. Zvýšení listové plochy u rostlin s málo produktivními odnožemi se také projevilo ve snížení NPR.

Z rozboru vyplývá zjištění, že počet produktivních odnoží je vymezen tak, aby při dostatečné úživné ploše zajišťoval založení primordií klásků i kvítků odpovídající potencialitě genotypu v tomto směru. V období nalévání zrna se zřejmě projevují tendence kompenzovat působení nepříznivých mikro- i makroklimatických faktorů z počátku vegetace (event. i obnovením tvorby odnoží) s konkurencí o asimiláty uvnitř rostliny.

## Literatura

- ATSMON, D. — JACOBS, E.: A newly bred 'Gigas' form of bread wheat (*Triticum aestivum* L.): Morphological features and thermo-periodic responses. *Crop Sci.*, 17, 1977, s. 31-35.
- DARWINKEL, A.: Ear size in relation to tiller emergence and crop density. *Proc. of Eucarpia workshop 'Crop Physiology and Cereal Breeding'*, Wageningen, 1978, s. 10-15.
- DONALD, C. M.: A barley breeding programme based on an ideotype. *J. agric. Sci., Camb.*, 93, 1979, s. 261-269.
- GALLAGHER, J. N. — BISCOE, P. V.: A physiological analysis of cereal yield. II. Partitioning of dry matter. *Agricultural Progress*, 53, 1978, s. 51-69.
- KIRBY, E. J. M. — JONES, H. G.: The relations between the main shoot and tillers in barley plants. *J. agric. Sci., Camb.*, 88, 1977, s. 381-389.

LANGER, R. H. M. — PRASHAD, P. C. — LAUDE, H. M.: Effects of kinetin on tiller bud elongation in wheat (*Triticum aestivum*). Ann. Bot., 37, 1973, s. 565-571.

MOHAMED, G. E. S. — MARSHALL, C.: Physiological aspects of tiller removal in spring wheat. J. agric. Sci., Camb., 93, 1979, s. 457-463.

QUINLAN, J. D. — SAGAR, G. R.: An autoradiographic study of the movement of  $^{14}\text{C}$ -labelled assimilates in the developing wheat plant. Weed Research, 2, 1962, s. 264-273.

RAWSON, H. M. — HOFSTRA, G.: Translocation and remobilization of  $^{14}\text{C}$  assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. Aust. J. Biol. Sci., 22, 1969, s. 321-331.

SMOČEK, J.: Path and correlation analysis of winter wheat plant productivity. Cer. Res. Com., 5, 1977, s. 439-450.

ŠÍP, V. — ŠKORPÍK, M.: Effective response to the environment in spring wheat. Z. Pfl. Zücht., 83, 1979, s. 263-271.

ŠKORPÍK, M. — ŠÍP, V.: Analýza interakce genotypů s prostředím a stabilizace výnosu jarní pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1977.

ŠKORPÍK, M. — ŠÍP, V. — HRABĚTOVÁ, J. — MIKALA, F.: Znaky produktivity hybridů jarní pšenice. [Závěrečná zpráva.] Praha - Ruzyně, VÚRV 1980.

Došlo dne 4. 8. 1981

ШКОРПИК, М. — ШИП, В. — ГРАБЕТОВА, Я. — КУБУ, З. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Прага - Рузыне): Влияние числа продуктивных побегов на структуру урожая растений яровой пшеницы. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1197-1206.

В опытах с 6 гибридами  $F_2$  генерации с точной схемой посева  $16,7 \times 6$  см (100 растений на  $\text{m}^2$  изучалось влияние числа продуктивных побегов (от 1 до 7 колосов на растение) на уровень разных урожайных и морфологических признаков. С ростом числа колосов на растение понижалась средняя масса зерен на колос и масса 1000 зерен, в то время как у характеристик числа зерен на колос не было отмечено существенных различий. У всех признаков урожая можно ожидать специфических свойств для отдельных генотипов. С повышением числа колосов на растение обычно увеличивается длина растения и уменьшается листовая площадь на 1 стебель. Число непродуктивных побегов на растение при разном числе продуктивных побегов практически не менялось (в среднем от 1,5 до 2).

яровая пшеница; число побегов; урожайные и морфологические признаки

ŠKORPÍK, M. — ŠÍP, V. — HRABĚTOVÁ, J. — KUBŮ, Z. (Research Institute of Crop Production, Praha - Ruzyně): The Effect of the Number of Fertile Tillers on the Yield Structure of Spring Wheat Plants. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1197-1206.

Six hybrids of the  $F_2$  generation were grown in an exact spacing system ( $16.7 \times 6$  cm, i. e. 100 plants per  $\text{m}^2$ ) to study the effect of the number of fertile tillers (from 1 to 7 ears per plant) upon the levels of various yield and morphological traits. The average weight of grains per ear and the 1000-grain weight decreased when the number of ears was higher. No marked differences were recorded in the characteristics of the number of grains per ear. Genotypic specific peculiarities can be expected in all the yield traits. An increase in the number of ears per plant resulted in an increase in plant height and, as a rule, in a reduction of leaf area per culm. The number of infertile tillers per plant remained practically unchanged (from 1.5 to 2, on the average) although the number of fertile tillers varied.

spring wheat; number of tillers; yield and morphological traits

ŠKORPÍK, M. — ŠÍP, V. — HRABĚTOVÁ, J. — KUBŮ, Z. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): Einfluß der Anzahl produktiver Triebe auf die Struktur des Ertrages der Pflanzen des Sommerweizens. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1197-1206.

In Versuchen mit sechs Hybriden der  $F_2$ -Generation wurde in einem präzisen Pflanzenabstand von  $16,7 \times 6$  cm (100 Pflanzen je  $\text{m}^2$ ) der Einfluß der Anzahl produktiver Triebe (von 1 bis 7 Ähren je Pflanze) aufs Niveau verschiedener Ertrags-

und morphologischen Merkmale verfolgt. Mit der sich erhöhenden Anzahl von Ähren je Pflanze sanken die durchschnittliche Masse von Körnern je Ähre und auch die Tausendkorndmasse, während man bei der Charakteristik der Anzahl von Körnern je Ähre keine deutlichen Unterschiede festgestellt. Bei allen Ertragsmerkmalen kann man spezifische Besonderheiten für einzelne Genotypen erwarten. Durch den Einfluß der Erhöhung der Anzahl von Ähren je Pflanze stieg die Pflanzenlänge an und sank die Blattfläche je Halm. Die Anzahl von nicht produktiven Trieben je Pflanze blieb bei einer gleichen Zahl produktiver Triebe praktisch unverändert (im Durchschnitt von 1,5 bis 2).

Sommerweizen; Anzahl von Trieben; morphologische und Ertragsmerkmale

---

*Adresy autorů:*

Miroslav Škorpík, ing. Václav Šíp, CSc., ing. Jana Hrabětová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha - Ruzyně

Zlata Kubů, prom. mat., Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 600 00 Brno

---

# SROVNÁNÍ LABORATORNÍCH METOD KE STANOVENÍ VÝŽIVNÉ HODNOTY PÍCE

V. Míka, Ch. Paul, E. Zimmer, W. Kaufmann

---

MÍKA, V. — PAUL, CH. — ZIMMER, E. — KAUFMANN, W. (Šlechtitelská stanice, Větrov): *Srovnání laboratorních metod ke stanovení výživné hodnoty píce*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1207-1215.

Stravitelnost, komplexní kritérium, je podmíněna chemickou a fyzikální strukturou přírodních látek, z čehož pak vyplývá i větší přesnost biologického stanovení (*in vitro*) oproti metodám chemickým. Metoda Tilley, Terry a dále Lampeter dávají shodné a přesné výsledky, i když první má lepší reprodukovatelnost. Stejně dobré výsledky poskytuje i „nylon-bag“. Stravitelnost sušiny, resp. organické hmoty, lze považovat za vhodné vyjádření nutriční hodnoty. Ani vláknina ani jiná z jejích složek nemá standardní výživnou charakteristiku. Výhodou chemických metod je však dobrá reprodukovatelnost a často i rychlost a jednoduchost rozboru.

objemná krmiva; kvalita práce; výživná hodnota; rozbor krmiv; stravitelnost; vláknina; koncentrace energie

---

V podmínkách moderní zemědělské velkovýroby je objemná píce základem krmných dávek skotu, a to jak z důvodů fyziologie výživy, tak i ekonomických. Objektivní a přitom dostatečně rychlé stanovení její hodnoty laboratorními metodami rozhoduje jednak o jejím racionálním využití a jednak o dobrém zajištění fyziologických potřeb zvířete k dosažení maximální užitkovosti. Vývoj odpovídajících metod hodnocení se datuje od samých začátků vědecky podložených výzkumů na úseku výživy.

Cílem předložené práce je kritické zhodnocení současných laboratorních metod k odhadu energetické hodnoty objemné píce s ohledem na jejich přesnost, shodnost a reprodukovatelnost výsledků, jakož i vhodnost pro sériovou práci. Za rozhodující kritérium přitom považujeme hodnoty *in vivo*, i když připouštíme, že mají platnost pro podmínky modelového pokusu.

## MATERIÁL A METODY

Srovnání metod bylo provedeno u 44 vzorků píce z různých pokusů ústavů FAL v Braunschweigu, NSR. Z toho:

- 22 vzorků trav [sklizených brzy, středně pozdě a pozdě; jako výchozí materiál (tj. lyofilizát), seno, senáž, siláž],
- 4 vzorky vojtěšky (sklizené brzy a pozdě; jako výchozí materiál, senáž),
- 18 vzorků kukuřice (6 vzorků celých rostlin s palicemi a 12 vzorků bez palic. Jednalo se o dvě odrůdy sklizené ve třech termínech).



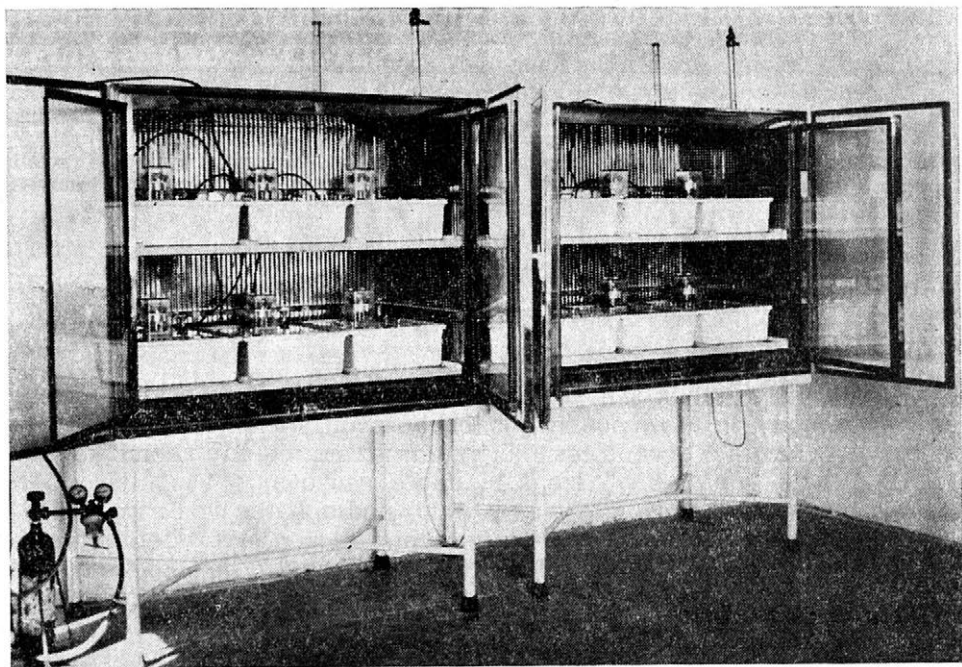
## I. Průměr a rozpětí stanovených hodnot — Mean and range of the determined values

| Rozbor                             | Tráva + vojtěška<br><i>n</i> = 26    | Kukuřice<br><i>n</i> = 18              |
|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| <i>DOMD in vivo</i>                | 72,70<br>(56,5 – 85,4)               | 64,60<br>(53,9 – 76,6)                 |
| š. h.                              | 51,03<br>(30,4 – 65,6)               | 51,74<br>(35,8 – 68,3)                 |
| „nylon-bag“                        | 81,14 <sup>a)</sup><br>(65,1 – 94,1) | 77,02<br>(66,5 – 85,5)                 |
| <i>DOMD in vitro</i> Tilley, Terry | 71,49 <sup>b)</sup><br>(55,9 – 85,3) | 65,87 <sup>c)</sup><br>(52,8 – 74,0)   |
| <i>DOMD in vitro</i> Lampeter      | 73,09<br>(60,7 – 83,9)               | 64,11<br>(54,5 – 72,9)                 |
| HFT š. h.                          | 58,08<br>(48,41 – 68,71)             | 57,49 <sup>d)</sup><br>(48,27 – 75,78) |
| HFT ME                             | 9,39<br>(7,05 – 11,34)               | 9,26 <sup>d)</sup><br>(7,77 – 10,63)   |
| Vláknina Henneberg, Stohmann       | 28,66<br>(20,2 – 35,6)               | 25,98<br>(19,5 – 31,4)                 |
| NDF                                | 53,08<br>(40,6 – 66,0)               | 57,57<br>(49,2 – 69,3)                 |
| ADF                                | 31,78<br>(22,0 – 41,4)               | 30,58<br>(19,1 – 38,9)                 |
| ADL                                | 3,44<br>(1,1 – 8,8)                  | 3,63<br>(2,1 – 5,6)                    |

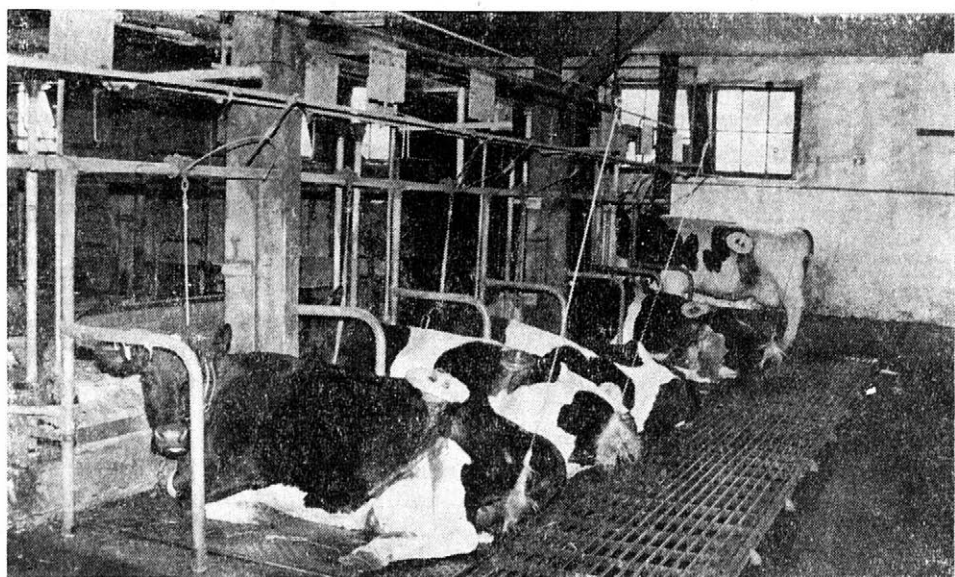
<sup>a)</sup> *n* = 18<sup>b)</sup> *n* = 19<sup>c)</sup> *n* = 13<sup>d)</sup> *n* = 16

## METODY

- Výživná hodnota krmiv (ČSN 46 7007),
- výpočet nettoenergie (š. h.) s použitím koeficientů stravitelnosti *in vivo* (skopci),
- propočet sumativní rovnice (van Soest, Jones, 1968) jednak bez korekce na SiO<sub>2</sub> a jednak s odečtem 3. % SiO<sub>2</sub>,
- van Soestova frakcionace vlákniny (NDF, ADF, ADL) a její modifikace podle Nedoma et al. (1978) — DF, DL,
- celulóza podle Scharrer, Kürschnera,
- stravitelnost organické hmoty (*DOMD in vitro* jednak podle Tilley, Terry a jednak podle Lampetera (1970) (obr. 1),
- „nylon-bag“ (Kaufmann et al., 1978) (obr. 2),



1. Aparatura ke stanovení stravitelnosti sušiny a organické hmoty (podle Lampetera na ŠS Větrov) — Apparatus for the determination of dry matter and organic matter digestibility (after Lampeter on the Větrov Breeding Station)



2. Skupina dojnic s vkládacími otvory do bachoru („nylon-bag“ metoda) — A group of cows with bags applicable to rumen („nylon-bag“ method)

— HFT (měření objemu plynů vyvinutých při fermentaci vzorků s bachorovou šťávou) — Menke et al. (1979a, b). Na rozdíl od původní metodiky byl k rozborům použit sešrotovaný rostlinný materiál (1 mm).

Výsledky byly uvedeny v procentech sušiny; vláknina a její složky představují bezpopelné zbytky. Všechna *in vitro* stanovení byla opakována 3X, chemická stanovení 2X. Přesností se tu rozumí shoda výsledků určité metody s výsledky *in vivo*. Shodností se tu rozumí shoda výsledků určité metody s výsledky metody jiné. Reprodukovatelnost je vyjádřena minimálním počtem opakování při stanovení chybě 2 0/0. a P<sub>0,95</sub>.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### VZTAH K *IN VIVO*

Nejtěsnější vztah k š. h. ukazuje *DOMD in vivo*. Z laboratorních metod pak metody *in vitro* používající bachorovou šťávu jako fermentační inokulum vykazující obecně těsnější vztah než na metody chemické (tab. II, III). Vedle „nylon-bag“ lze š. h. dobře usuzovat z výsledků *DOMD in vitro* jak podle Tilley, Terry, tak i podle Lampetera (1970). U trav je vztah vyjádřený regresní rovnicí  $y = a + bx$  determinován ( $r^2$ ) z 90 %, u kukuřice ze 70 %, přičemž chyba  $s_{y,x}$  je nízká (tab. II, III). Osbourn, Terry (1977) ve shodě s našimi dřívějšími výsledky (Míka et al., 1981) považují dvoufázovou *rumen liquor-pepsin technique* v praxi za nejpřesnější současnou metodu pro stanovení stravitelnosti objemné píce. Po 48 + 24 h fermentace *in vitro* dospívá k lo-

II. Vztah stanovených hodnot k *in vivo* škrobovým hodnotám (tráva + vojtěška)  
— Relation of the determined values to *in vivo* starch units (grass + lucerne)

| Rozbor                                     | <i>n</i> | $r^2$ | <i>a</i> | <i>b</i> | $s_{y,x}$ |
|--------------------------------------------|----------|-------|----------|----------|-----------|
| <i>DOMD in vivo</i>                        | 26       | 0,92  | -41,74   | 1,28     | 4,23      |
| „nylon-bag“                                | 18       | 0,90  | -40,43   | 1,12     | 5,72      |
| <i>DOMD in vitro</i> Tilley, Terry         | 26       | 0,92  | -31,41   | 1,15     | 4,49      |
| <i>DOMD in vitro</i> Lampeter (1970)       | 19       | 0,89  | -44,26   | 1,30     | 4,66      |
| HFT š. h.                                  | 26       | 0,81  | -41,59   | 1,59     | 8,60      |
| HFT ME                                     | 26       | 0,84  | -33,72   | 9,02     | 7,84      |
| Vláknina Henneberg, Stohmann               | 26       | 0,81  | 102,10   | -1,77    | 4,35      |
| Celulóza Scharrer, Kürschner               | 26       | 0,52  | 99,56    | -1,67    | 5,86      |
| NDF                                        | 26       | 0,08  | 72,83    | -0,41    | 12,91     |
| ADF                                        | 26       | 0,83  | 107,44   | -1,78    | 4,15      |
| ADL                                        | 26       | 0,79  | 64,27    | -3,85    | 2,08      |
| DF (Nedoma et al., 1978)                   | 26       | 0,68  | 107,09   | -1,54    | 5,90      |
| DL (Nedoma et al., 1978)                   | 26       | 0,71  | 64,99    | -3,90    | 2,21      |
| Sumativní rovnice (van Soest, Jones, 1968) |          |       |          |          |           |
| — bez korekce na SiO <sub>2</sub>          | 26       | 0,67  | -19,09   | 0,99     | 11,31     |
| — s korekcí (tj. 3 · % SiO <sub>2</sub> )  | 26       | 0,55  | -10,94   | 0,96     | 13,42     |

Regresní koeficienty *a* a *b* jednoduché lineární regrese  $y = a + bx$ .

| Rozbor                                     | <i>n</i> | <i>r</i> <sup>2</sup> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>s<sub>y,x</sub></i> |
|--------------------------------------------|----------|-----------------------|----------|----------|------------------------|
| <i>DOMD in vivo</i>                        | 18       | 0,98                  | -48,60   | 1,57     | 2,01                   |
| „nylon-bag“                                | 18       | 0,69                  | -73,71   | 1,63     | 6,01                   |
| <i>DOMD in vitro</i> Tilley, Terry         | 18       | 0,72                  | -54,35   | 1,61     | 5,91                   |
| <i>DOMD in vitro</i> Lampeter (1970)       | 13       | 0,87                  | -33,05   | 1,30     | 4,97                   |
| HFT š. h.                                  | 16       | 0,49                  | -10,51   | 1,07     | 14,86                  |
| HFT ME                                     | 16       | 0,90                  | -50,80   | 11,00    | 6,55                   |
| Vláknina Henneberg, Stohmann               | 18       | 0,86                  | 116,22   | -2,48    | 2,98                   |
| Celulóza Scharrer, Kürschner               | 18       | 0,85                  | 110,28   | -2,24    | 3,38                   |
| NDF                                        | 18       | 0,81                  | 158,75   | -1,86    | 4,50                   |
| ADF                                        | 18       | 0,89                  | 92,84    | -1,34    | 5,03                   |
| ADL                                        | 18       | 0,77                  | 78,49    | -7,37    | 1,20                   |
| DF (Nedoma et al., 1978)                   | 18       | 0,87                  | 113,44   | -1,86    | 3,87                   |
| DL (Nedoma et al., 1978)                   | 18       | 0,77                  | 83,31    | -8,51    | 1,06                   |
| Sumativní rovnice (van Soest, Jones, 1968) |          |                       |          |          |                        |
| — bez korekce na SiO <sub>2</sub>          | 18       | 0,60                  | -81,30   | 2,04     | 13,45                  |
| — s korekcí (tj. 3. % SiO <sub>2</sub> )   | 18       | 0,64                  | -35,89   | 1,47     | 12,53                  |

gickému bodu, který se v podstatě shoduje s *in vivo* (Pigden, 1969). Jsou zde ovšem některá omezení, která se týkají především fyzikálně pozměněných krmiv či příměsí cizorodých rozpustných látek (Os-bourn, Terry, 1977; Míka et al., 1982).

Mezi stravitelností organické hmoty, sušiny a energie existují těsné vztahy: 1 g stravitelné organické hmoty pravidelně poskytuje  $18,42 \cdot 10^3$  J [cit. Moore, Mott, 1973], resp. 1 g stravitelné sušiny  $16,79 \pm 0,71 \cdot 10^3$  J, jak jsme stanovili u velmi různorodého souboru objemné píče (Nedoma et al., 1980). Pouze v případech, kdy obsah dusíkatých látek kolísá v širokých mezích, může se energetická hodnota 1 g stravitelné sušiny či organické hmoty mírně odchylovat. Obecně však lze jak stravitelnost sušiny, tak i organické hmoty považovat za dobré kritérium výživné hodnoty (Moore, Mott, 1973). Stravitelnosti organické hmoty je třeba dát přednost, jestliže obsah popela ve vzorcích podstatně kolísá, a to s ohledem na obsah, i jeho rozpustnost. Vztah metabolizovatelné (ME) a stravitelné (DE) energie ( $ME = 0,815 \cdot DE$ ) je použitelný pouze u trav či jiných krmiv s nízkým obsahem dusíkatých látek (Terry et al., 1973).

Náhrada bacherové šťávy roztokem celuláz (v zájmu urychlení a zpříjemnění analýzy) dává přijatelné výsledky pouze u mladé píče: U trav do fáze metání, u jetelovin do doby asi 10 až 14 dní před začátkem butonizace. Poté hodnoty DOM-Solubility rychle klesají a rozdíl mezi nimi a *DOMD in vivo* se pronikavě zvětšují (Míka et al., 1982). Ačkoliv bylo nalezeno alternativní využití ve šlechtitelských programech či na některých výzkumných pracovištích, pro obecné posouzení nutriční hodnoty rozmanitých vzorků objemné píče vhodné nejsou, a proto ne-

byly pojaty. Pokud by byly nalezeny preparáty s méně specifickým spektrem působení, zřejmě by to znamenalo krok vpřed (Osbourne, Terry, 1977).

HFT nedával stabilně dobré výsledky (tab. II, III). Nelze však rozhodnout, do jaké míry se na tom podílí nedodržení metodiky (Menke et al., 1979a, b) pokud se jedná o jemnost mletí vzorku.

Z chemických metod poskytoval těsné vztahy ke koncentraci nettoenergie (NE) především ADL, a to jak s ohledem na  $r^2$ , tak i  $s_{y,x}$  (tab. II, III). McLeod, Minson (cit. Osbourne, Terry, 1973) považují  $s_{y,x}$  za nejlepší měřítko při srovnávání laboratorních metod. Přesto použití samotného ADL či kterékoliv jiné lignocelulózové frakce k odhadu ME není pro praxi přijatelné, neboť by bylo zatíženo příliš vysokou chybou (Osbourne, 1978). Sumativní rovnice (tab. II, III) nevedla ke zlepšení těchto vztahů, spíše naopak.

#### PŘESNOST VÝSLEDKŮ

S ohledem na DOMD *in vivo* se prokázala nejpresnější metoda dvou-  
stupňové fermentace *in vitro* používající bachorovou šťávu, tj. podle Tilley, Terry, resp. podle Lampetera (tab. IV). „Nylon-bag“ poskytuje výsledky asi o 10 jednic vyšší (podobně Míka et al., 1981). Tím ovšem není horší než předchozí, neboť těsností vztahů k *in vivo* se jim vyrovnává (tab. II, III). Pro nutnost chování skupiny pokusných zvířat se zašitým vkladacím otvorem do bachoru, tato metoda se pro řadové laboratoře jeví málo atraktivní.

Š. h. podle HFT byla průkazně nižší než š. h. *in vivo*, stejně tak i ME-HFT versus ME-MAFF (tab. IV).

#### SHODNOST A REPRODUKOVATELNOST VÝSLEDKŮ

Obě metody *in vitro* — podle Tilley, Terry a podle Lampeter — poskytují shodné výsledky (tab. IV, podobně Míka et al., 1981; Lampeter, 1970). Reprodukovatelnost u první z nich je ovšem lepší ( $n_{min.} = 1,87$ ) a stačí tedy dvě paralelní opakování, zatímco u Lampetrovy verze jsou 3, lépe však 4, opakování nezbytná ( $n_{min.} = 3,15$ ). Lampeterova metoda je však na druhé straně méně pracná a rozhodně vhodnější pro sériovou práci. Při dodržení těchto opakování, jeden pracovník stačí podle ní za týden zpracovat 2,25 X více vzorků (Míka et al., 1982).

Obsah vlákniny Henneberg, Stohman u širšího souboru vzorků numericky souhlasí s obsahem celulózy Scharrer, Kürschner (tab. IV). O tomto problému jsme pojednali v práci Nedomy et al. (1978). Hodnoty DF jsou vždy o ca 2 až 4 % vyšší než ADF (tab. IV, podobně Nedoma et al., 1978), především díky tomu, že při jejím stanovení nedochází ke ztrátám na celulóze (Míka, 1981). Hodnoty DL se pravidelně shodují s ADL (tab. IV, podobně Nedoma et al., 1978; Míka, 1981). Rozdíl ADF a ADL podle van Soestova konceptu by měl představovat obsah celulózy. Zjistili jsme, že mezi takto (početně) a přímo zjištěným obsahem (podle Scharrer, Kürschner) nebylo statisticky průkazných rozdílů (Míka, 1981) díky kontaminujícímu materiálu ve frakci ADF.

IV. Vyhodnocení shodnosti výsledků různých metod párovým t-testem — Evaluation of the congruence of the results of different methods by the pair t-test

| Metoda x                                   | Metoda y                           | n    | $\bar{x} \pm s$  | $\bar{y} \pm s$  | t                    |
|--------------------------------------------|------------------------------------|------|------------------|------------------|----------------------|
| „nylon-bag“                                | DOMD <i>in vivo</i>                | 36   | 79,00 $\pm$ 7,39 | 68,10 $\pm$ 7,78 | 18,85 <sup>+++</sup> |
| DOMD <i>in vitro</i> Tilley, Terry         | DOMD <i>in vivo</i>                | 44   | 69,19 $\pm$ 7,60 | 69,25 $\pm$ 7,93 | -0,12                |
| DOMD <i>in vitro</i> Lampeter              | DOMD <i>in vivo</i>                | 32   | 69,24 $\pm$ 8,09 | 68,89 $\pm$ 7,70 | 1,26                 |
| DOMD <i>in vitro</i> Lampeter              | DOMD <i>in vitro</i> Tilley, Terry | 32   | 69,24 $\pm$ 8,09 | 69,03 $\pm$ 7,09 | 0,54                 |
| DOMD <i>in vitro</i> Lampeter              | DOMD <i>in vitro</i> Lampeter      | 32   | 66,42 $\pm$ 7,93 | 69,24 $\pm$ 8,09 | -6,77 <sup>+++</sup> |
| HFT š. h.                                  | š. h. <i>in vivo</i>               | 42   | 51,04 $\pm$ 9,90 | 57,86 $\pm$ 5,96 | 7,15 <sup>+++</sup>  |
| HFT ME                                     | MAFF ME                            | 26*) | 9,39 $\pm$ 1,00  | 10,23 $\pm$ 1,16 | 9,30 <sup>+++</sup>  |
| Celulóza Scharrer, Kürschner               | vláknina Henn., Stohmann           | 44   | 27,87 $\pm$ 4,45 | 27,56 $\pm$ 4,48 | 1,21                 |
| DF                                         | ADF                                | 44   | 35,03 $\pm$ 5,38 | 31,29 $\pm$ 6,02 | 10,04 <sup>+++</sup> |
| DL                                         | ADL                                | 44   | 3,63 $\pm$ 1,76  | 3,52 $\pm$ 1,89  | 1,56                 |
| Sumativní rovnice (van Soest, Jones, 1968) |                                    |      |                  |                  |                      |
| — bez korekce na SiO <sub>2</sub>          | DOMD <i>in vivo</i>                | 44   | 68,41 $\pm$ 7,12 | 69,39 $\pm$ 8,00 | -1,38                |
| — s korekcí (tj. 3. % SiO <sub>2</sub> )   | DOMD <i>in vivo</i>                | 31   | 62,19 $\pm$ 7,01 | 69,09 $\pm$ 7,61 | -8,13 <sup>+++</sup> |

\*) pouze tráva + vojtěška

+ = rozdíl mezi oběma metodami je významný při  $P_{0,05}$

++ = rozdíl mezi oběma metodami je významný při  $P_{0,01}$

+++ = rozdíl mezi oběma metodami je významný při  $P_{0,001}$



Nespornou výhodou chemických rozborů je dobrá reprodukovatelnost výsledků (cf. ČSN 46 7007; Tsutsumi, Abe, 1977) a mnohdy navíc také rychlost a jednoduchost analytického postupu.

## Literatura

- KAUFMANN, W. — SINNER, M. — DIETRICH, H. H.: Zur Verdaulichkeit von Stroh und Holz nach Aufschluss mit gesättigtem Wasserdampf bei höheren Temperaturen sowie Extraktion mit Wasser und verdünnter Natronlauge. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde, 40, 1978, č. 2, s. 91-96.
- LAMPETER, W.: Eine neue Methode zur serienmässigen Untersuchung der Verdaulichkeit in vitro mittels „künstlichen Pansens“. Int. Z. d. Landw., 1970, č. 6, s. 119-127.
- MENKE, K. H. et al.: The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedstuffs; the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. J. agric. Sci., Cambr., 93, 1979a, s. 217-222.
- MENKE, K. H. — RAAB, L. — SALEWSKI, A. — STEINGASS, H.: Die Bestimmung des gehaltes an Stärkeeinheiten und umsetzbarer Energie in Hohenheimer Futterwerttest (HFT). Tierzüchter, 1979, č. 1, (25. 1. 1979).
- MÍKA, V.: Some remarks on the determination of acid detergent fibre (ADF) in feedstuffs with acetyltrimethylammonium bromide versus detergent fibre (DF) with alkylarylsulphonic acid. Anim. Feed Sci Technol., 6, 1981, s. 91-94.
- MÍKA, V. — PAUL, Ch. — ZIMMER, E. — KAUFMAN, E.: Ein Vergleich verschiedener Labormethoden zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grundfutter. Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde, 1981 (v tisku).
- MÍKA, V. — PAUL, Ch. — ZIMMER, E. — KAUFMAN, E.: Srovnání současných laboratorních metod ke stanovení stravitelnosti objemných krmiv. Živočiš. Výroba, 1982 (v tisku).
- MOORE, J. E. — MOTT, G. O.: Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: Anti-quality components of forages. Crop Sci Soc. Amer., Madison/Wisc., 1973, s. 53-98.
- NEDOMA, J. — ŠTAJGR, V. — MÍKA, V.: Forage quality. Pt. III. Sci Agric. Bohemoslovaca, 10, 1978, č. 4, s. 285-292.
- NEDOMA, J. — ŠTAJGR, V. — MÍKA, V.: Forage quality. Pt. IV. Sci Agric. Bohemoslovaca, 12, 1980, č. 1, s. 15-20.
- OSBOURN, D. F.: Principles governing the use of chemical methods for assessing the nutritive value of forages: A review. Anim. Feed Sci Technol., 3, 1978, s. 265-275.
- OSBOURN, D. F. — TERRY, R. A.: In vitro techniques for the evaluation of ruminant feeds. Proc. Nutr. Soc., 36, 1977, s. 219-225.
- PIGDEN, W. J.: Laboratory analyses of herbage used to predict nutritive value. In: Methods for evaluating herbage. Canad. Dep. Agric. Publ., 1315, 1969, s. 52-72.
- Van SOEST, P. J. — JONES, L. H. P.: Effect of silica in forages upon digestibility. J. Anim. Sci., 51, 1968, s. 1644-1648.
- TERRY, R. A. — OSBOURN, D. F. — CAMMELL, S. B. — FENLON, J. S.: In vitro digestibility and estimation of energy in herbage. Växtdödl., 28, 1973, s. 19-25.
- TSUTSUMI, M. — ABE, A.: A comparison of results using five methods for prediction of forage digestibility. J. Japan. Grassl. Sci., 23, 1977, č. 3, s. 252-255.

Došlo dne 7. 8. 1981

МИКА, В. — ПАУЛ, Х. — ЦИММЕР, Е. — КАУФМАН, В. (Селекционная станция, Ветров): Сравнение лабораторных методов по определению питательной ценности кормов. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1207-1215.

Переваримость — комплексный критерий — обусловлена химической и физической структурой природных веществ, откуда, следовательно, вытекает еще большая точность биологического определения (*in vitro*) по сравнению с химическими методами. Методы Tilley, Terry и, далее, Lampeter дают схожие и точные результаты, хотя и первый из них дает лучшую воспроизводимость. Также хорошие результаты дает „nylon-bag“. Переваримость

сухого вещества, или же органической массы, можно считать оптимальным выражением питательной ценности. Ни клетчатка, ни другой из ее компонентов не имеет стандартной питательной характеристики. Однако преимуществом химических методов считается хорошая воспроизводимость и часто скорость и простота анализа.

грубые корма; качество корма; питательная ценность; анализ кормов; переваримость; клетчатка; концентрация энергии

MÍKA, V. — PAUL, CH. — ZIMMER, E. — KAUFMANN, W. (Breeding Station, Větrov): *A Comparison of Laboratory Methods for the Determination of the Nutritive Value of Forage*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1207-1215.

Digestibility as a complex criterion is conditioned by the chemical and physical structure of natural substances; this implies a higher accuracy of biological determination (*in vitro*) as compared with chemical methods. The Tilley, Terry method and the Lampeter method give congruent and accurate results; the first of them has a better reproducibility. The "nylon-bag" method also gives good results. The digestibility of dry matter, or organic matter, can be considered as a suitable expression of nutritive value. Neither fibre nor any other forage component have standard nutritional characteristics. On the other hand, the advantages of chemical methods include good reproducibility and often a rapid procedure and simplicity of analysis.

roughage; forage quality; nutritive value; feed analyses; digestibility; fibre; concentration of energy

MÍKA, V. — PAUL, CH. — ZIMMER, E. — KAUFMANN, W. (Züchtungsstation, Větrov): *Vergleichung von Labormethoden zur Bestimmung des Nährwertes von Futterpflanzen*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1207-1215.

Die Verdaulichkeit, das komplexe Kriterium wird durch die chemische und physikalische Struktur von Naturstoffen bedingt, woraus dann auch eine größere Präzision der biologischen Bestimmung (*in vitro*) gegenüber den chemischen Methoden hervorgeht. Die Methoden Tilley, Terry und weiter Lampeter bieten übereinstimmende und präzise Ergebnisse, obwohl die erste ein besseres Reproduktionsvermögen besitzt. Gleich gute Ergebnisse bietet auch „nylon-bag“. Die Verdaulichkeit der Trockensubstanz, beziehungsweise der organischen Masse kann man für eine geeignete Darstellung des Nutritionswertes halten. Weder Faserstoff noch eine andere seiner Komponenten hat eine Standardnährcharakteristik. Der Vorteil der chemischen Methoden ist jedoch ein gutes Reproduktionsvermögen und oft auch eine schnelle und einfache Anwendung der Analyse.

Rauhfutter; Qualität von Futter; Nährwert; Analysen von Futterpflanzen; Verdaulichkeit; Rohfaser; Konzentration der Energie

---

#### Adresy autorů:

Ing. Václav Míka, CSc., Šlechtitelská stanice Větrov, 398 52 Nadějkov

Dr. Christian Paul, prof. dr. Ernest Zimmer, Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, D-3300 Braunschweig-Völkenrode

Prof. dr. Werner Kaufmann, Institut für Physiologie der Ernährung, Bundesanstalt für Milchwissenschaft, D-2300 Kiel

---

## Výběr z nových příspěvků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

### **Plodorodije i obrabotka počvy v sevooborotach.**

C 26.336

Kišinev, Sel'skochoz. institut im. M. V. Frunze 1980. 150 s. (Půda — úrodnost — osevní postupy — sborník / Půda — obdělávání — osevní postupy — sborník — SSSR)

ANDREAE, B.

D 71.130

### **Weltwirtschaftspflanzen im Wettbewerb. Ökonomischer Spielraum in ökologischen Grenzen. Eine produktbezogene Naturpflanzengeographie.**

Berlin, Walter de Gruyter 1980. 301 s., obr., tab., 1 mp. příl. (Hospodářské rostliny — pěstování — výrobní podmínky — světové — NSR — výzkum)

### **Spravočník agronoma-polevoda Povolžja.**

D 72.400

Saratov, Privolžskoje knižnoje izdatel'stvo 1980. 285 s., 97 tab. (Pěstování hospodářských rostlin — SSSR — Povolží — příručka)

### **Logros y aportaciones de la investigacion agricola en el stado de Veracruz.**

C 27.367/1

Veracruz, INIA 1981. 52 s., obr., tab. Publicación especial Num. 1. (Pěstování hospodářských rostlin — Mexiko — Veracruz — výzkum / Veracruz — Výzkumný ústav zemědělský — hospodářské rostliny — pěstování)

DAS GUPTA, D. K. — CHATTOPADHYAY, N. C.

D 72.703

### **Higher productivity in agriculture.** Proceedings of the National Symposium on "Approach to higher productivity of crops" held at the Ramakrishna mission institute of agriculture, Calcutta during May 19—20, 1978.

New Delhi, Oxford & IBH Publishing Co. 1980. 178 s., tab. (Pěstování hospodářských rostlin — konference — Indie — Kalkata — 1978 — sborník)

# ENERGETICKÁ ÚČINNOST NĚKTERÝCH PLODIN V KUKUŘIČNÉM VÝROBNÍM TYPU

L. Hruška, J. Janíček

HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Energetická účinnost některých plodin v kukuřičném výrobním typu*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11): 1217-1224.

Produkci biomasy plodin sledovaných ve tříletých pokusech v kukuřičném výrobním typu vyjádřenou hodnotami získanými vlastními energetickými rozbory jsme hodnotili jako *output*. *Input* jsme propočítali z normovaných potřeb v praxi a hnojení použitého v pokusech. Z těchto podkladů jsme zpracovali energetické vklady (dodatkovou energii) podle spotřebovaných materiálů a podle jednotlivých prací u sledovaných plodin (pšenice ozimá, ječmen jarní, kukuřice, cukrovka a rané brambory). Modelově byla zpracována také vojtěška. Hlavní energetické náklady představují: živiny (35,51 %), pohonné hmoty, topné oleje a elektrická energie (33,97 %), technika (18,18 %), pesticidy (2,89 %), ruční práce (0,84 %), osiva a sadba (10,22 %). Na všechny práce v průměru všech plodin se spotřebovalo 33,0 dodatkové energie v GJ.ha<sup>-1</sup> a procentech na zpracování půdy a ošetření ca 8,60 %, na hnojení včetně živin 40,16 %, na setí včetně osiva a sadby 11,41 %, ochranu 3,45 %, na závlahy 6,75 %, na sklizeň 13,53 %, na techniku 16,10 %. Z poznatků vyplývá: nutnost využívat osevní postupy ekologicky vyvážené, soustředit se na omezení energetických vkladů využitím dusíku z organické hmoty a jeho fixací rostlinami asimilujícími vzdušný dusík, včetně přenosu *nif-genu* do jiných plodin; racionální využití pohonných a topných hmot i elektrické energie technikou a technologickými postupy bez narušení půdní úrodnosti a fyzikálních vlastností půd; vysoká hodnota osiv a sadby, aby mohly být využívány v optimálním množství. Energetická účinnost na celkovou sušinu biomasy činila u cukrovky 9,74, pšenice 7,17, ječmene 6,91, kukuřice 6,54, na hospodářskou biomasu cukrovky 6,97, kukuřice 3,05, ječmene 2,99, raných bramborů 2,77 a u pšenice 2,43. U vojtěšky modelový propočet 11,61 svědčí o důležitosti a výhodnosti řazení víceletých pfcin do osevních postupů.

energetická bilance; pšenice ozimá; ječmen jarní; kukuřice; cukrovka; brambory rané

Aby agroekosystémy přinášely co největší primární produkci, musí se přivádět do procesu fixace sluneční energie dodatkové energie ve formě hnojiv, pesticidů, závlah, techniky náročné na pohonné hmoty, topné oleje a elektrická energie k vyšší produktivitě práce. Obecně se počítá, že zvýšení rostlinné produkce o 1 % spotřebuje 3 % energie (Š i m o n, 1980 — podle VÚZT v Řepích).

Vzhledem k vysokým vkladům dodatkové energie je přirozené, že se člověk snaží je omezovat, ovšem při růstu výnosů, jednak maximálním využitím živin z průmyslových hnojiv a efektivní závlahou, jednak snížením spotřeby paliv, využitím mechanizace s vysokými technickými parametry a racionálními technologickými postupy ve zpracování půdy, v pěstování, sklizni, úpravě produktů a zejména výkonnějšími genotypy. Této problematice se v posledních desetiletích věnuje plná pozornost.

Literární údaje ve většině hodnocení nejsou jednotné, což přirozeně

vzniká různými přírodně výrobními podmínkami i použitelnými technologiemi a opatřeními. Také údaje energetických hodnot použitých hnojiv, nafty, pesticidů jsou různé (Pimentel, 1964; Hurd a Forster, 1974; Jeníček, 1977; Künzler, 1978; Šimon a Zimová, 1980) i energetické hodnoty sušiny biomasy (Liethe in Stolcová, 1979; Jeníček, 1977; Hruška et al., 1975). Rovněž údaje hodnot elektrické energie (Hall, 1979; Baňoch et al., 1980) dále údaje na závlahy (Nizozemí — in Poppr, 1981; kanadské a Velké Británie in Jeníček, 1977). Použitím různých údajů dochází také k různé energetické účinnosti —  $E\dot{U}$  ( $output : input$ ), která je někde udávána pro biomasu celkovou (biologickou), ale většinou pro biomasu hospodářskou (Pimentel, 1963; Hurd a Forster, 1974; Keller, 1977; Southwell, 1964; Klesnil, osobní sdělení 1980; Šimon, 1980) a jiné.

## MATERIÁL A METODY

Hmotnost produkce biomasy biologické a hospodářské jsme použili z výsledků dosažených v pokusech v kukuřičném výrobním typu (Lednice na Moravě) v tříletém období 1970 až 1972 (Hruška a kol., 1975). Energetické náklady jsme propočítali z normovaných spotřeb nafty, herbicidů, kWh, topného oleje, závlah v praxi a hnojiv spotřebovaných v pokusech. Takto zjištěné ukazatele jsme vyjádřili v energetických hodnotách získaných jako průměr z dosažitelných literárních údajů: 1 kg N — 80,6; P — 13,4; K — 9,4 MJ; 1 kg pesticidů — 126,8; 1 kWh — 3,5; 1 kg nafty — 40,9; 1 hodina ruční práce — 2,3; 1 mm závlah — 18,0 MJ. U osiva a sadby jsme počítali námi zjištěnou energetickou hodnotu u jednotlivých druhů. V použité mechanizaci byl vzat průměrný údaj hodnot uváděných Jeníčkem (1977) pro různé plodiny, který činil 5321 MJ · ha<sup>-1</sup>, jimiž jsme zatížili každou plodinu, což není úplně přesné a pro techniku závlah Baňochův údaj (1980) 500 MJ na ha. Energetickou produkci jednotlivých plodin jsme propočítali podle vlastního zjištění energetických hodnot 1 g biologické a hospodářské sušiny biomasy.

V tabulkách jsme pak vyjádřili procentický podíl z celkového vkladu, čímž jsme zjistili kolika procenty se na produkci podílela ruční práce, živiny, nafta, topný olej, elektrická energie, osivo a technika (tab. I). V tab. II jsme propočítali kolik energie v GJ · ha<sup>-1</sup> bylo vynaloženo na jednotlivé úkony. Ze zjištěných hodnot energetického vkladu a produkce (tab. II) jsme vypočetli  $E\dot{U}$  vloženého J na produkci biologickou a hospodářskou.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

V tab. I jsou uvedena procenta vkladů energie u jednotlivých sledovaných plodin. Z celkového energetického nákladu na okopaniny se vynakládá v ruční práci 1,70 %, na obilniny 0,26 % a v průměru všech plodin se na ruční práce vynakládá 0,84 % z celkového nákladu. Hlavní vklady dodatkové energie představují náklady na živiny NPK ca 35,51 %, dále na pohonné hmoty, topný olej a elektrickou energii 33,97 %, na mechanizaci 19,18 %. Poměrně nízké procento připadá na pesticidy — 2,89 %. Jeníček (1977) udává podíl dodatkové energie na živiny u zrnin 47 %, u kukuřice 58 % a u bramborů 67 %. V našich výsledcích jsme zjistili u pšenice 33,28 %, ječmene 29,51 %, u kukuřice 53,34 %, u cukrovky 35,48 % a u bramborů 25,92 %. Námi zjištěné vklady jsou vyjma kukuřice podstatně nižší, než údaje Jeníčkovi.

Pokud se týká vkladů na živiny v průměru plodin připadá 28,64 % na dusík, 3,52 % na fosfor a 3,35 % na draslík. Vklady na pesticidy i přes jejich vysokou náročnost na výrobu, představují poměrně nízké procento v celkových vkladech — 2,89 % a zvláště vysoké jsou u cukrovky a nízké u raných bramborů, kde se však většinou nevyužívá ochrana

I. Procentické podíly energetických vkladů hlavních plodin — The percentual proportions of the energetic inputs of the main crops

| Plodina          | Ruční práce | Živiny |      |      | Pesticidy | Pohonné, topné hmoty a elektřina |            |                    | Osivo | Mechanizace |
|------------------|-------------|--------|------|------|-----------|----------------------------------|------------|--------------------|-------|-------------|
|                  |             | N      | P    | K    |           | nafta                            | topný olej | elektrická energie |       |             |
| Pšenice ozimá    | 0,30        | 26,02  | 4,03 | 3,23 | 1,82      | 22,71                            | 5,28       | 1,05               | 14,64 | 20,89       |
| Ječmen jarní     | 0,30        | 21,30  | 4,24 | 3,97 | 2,23      | 22,40                            | 6,47       | 1,17               | 12,17 | 25,61       |
| Kukuřice na zrno | 0,20        | 44,71  | 4,46 | 4,17 | 2,81      | 17,08                            | 8,17       | 0,82               | 1,42  | 16,15       |
| Cukrovka         | 1,58        | 29,88  | 2,84 | 2,76 | 6,52      | 38,74                            | —          | 0,22               | 0,32  | 17,13       |
| Brambory rané    | 1,83        | 21,30  | 2,01 | 2,61 | 1,06      | 32,25                            | —          | 0,17               | 22,53 | 16,14       |
| Průměr plodin %  | 0,84        | 28,64  | 3,52 | 3,35 | 2,89      | 26,64                            | 6,64       | 0,69               | 10,22 | 19,18       |



II. Energetické vklady, produkce (v GJ) a energetická účinnost (EÚ) u hlavních plodin — The energetic inputs, output (in GJ) and energetic effectiveness (EÚ) in the main crops

| Druh práce                                       | Pšenice<br>ozimá | Ječmen<br>jarní | Kukuřice<br>na zrno | Cukrovka | Brambory<br>rané | Průměr všech plodin   |        |
|--------------------------------------------------|------------------|-----------------|---------------------|----------|------------------|-----------------------|--------|
|                                                  |                  |                 |                     |          |                  | GJ . ha <sup>-1</sup> | %      |
| Podzimní zpracování půdy                         | 2,290            | 1,416           | 1,489               | 2,052    | 1,313            |                       |        |
| Jarní zpracování půdy                            | —                | 0,636           | 0,916               | 0,739    | 0,813            | 2,84                  | 8,60   |
| Ošetření                                         | 0,267            | 0,180           | 0,187               | 1,117    | 0,637            |                       |        |
| Hnojení                                          | 9,837            | 7,956           | 19,703              | 16,372   | 13,365           | 13,27                 | 40,16  |
| Setí + osivo a sadba                             | 4,724            | 3,315           | 0,851               | 0,489    | 9,458            | 3,77                  | 11,41  |
| Ochrana                                          | 0,631            | 0,631           | 1,138               | 2,694    | 0,628            | 1,14                  | 3,45   |
| Závlaha včetně zařízení                          | 2,007            | 1,254           | 2,761               | 2,761    | 2,384            | 2,23                  | 6,75   |
| Sklizení + sušení zrna                           | 3,175            | 3,004           | 4,698               | 4,016    | 3,421            |                       |        |
| Sklizení slámy, skrojků                          | 0,655            | 0,655           | 0,663               | 2,197    | —                | 4,47                  | 13,53  |
| Technika                                         | 5,321            | 5,321           | 5,321               | 5,321    | 5,321            | 5,32                  | 16,10  |
| Suma GJ                                          | 28,91            | 23,48           | 37,71               | 37,75    | 37,34            | 33,04                 | 100,00 |
| Produkce sušiny biomasy<br>na ha celkem t        | 11,79            | 9,17            | 14,08               | 23,10    | —                |                       |        |
| GJ                                               | 207,40           | 162,30          | 246,75              | 367,54   | —                |                       |        |
| EÚ celkové sušiny<br>biomasy                     | 7,17             | 6,91            | 6,54                | 9,74     | —                |                       |        |
| Produkce sušiny biomasy<br>(zrna, bulev, hlíz) t | 4,12             | 4,06            | 6,31                | 16,20    | 6,74             |                       |        |
| GJ                                               | 70,42            | 70,20           | 115,36              | 263,33   | 103,52           |                       |        |
| EÚ sušiny biomasy<br>(zrna, bukev, hlíz)         | 2,43             | 2,99            | 3,05                | 6,97     | 2,77             |                       |        |
| EÚ podle<br>Hurd a Forster (1974)                | 4,40             | 4,40            | 4,90                | —        | 3,44             |                       |        |
| Pimentel (1963)                                  |                  |                 | 2,80                |          |                  |                       |        |
| Keller (1977)                                    | 2,20             | 1,70            | 2,80                | —        | 1,10             |                       |        |
| Klesnil (1980)                                   | 1,90             | 1,95            | —                   | 2,76     | 1,25             |                       |        |
| Propočtené údaje<br>Klesnilovy                   | 2,85             | 3,00            | —                   | 5,60     | 3,40             |                       |        |
| Šimon (1980)                                     | 2,23             | 2,53            | —                   | 3,45     | —                |                       |        |

proti plísni bramborové. Přesto průměrný vklad na pesticidy v našich výsledcích je vyšší než např. u Kellera (1977), který udává pouze 1 %.

Vysoké náklady připadají na fosilní energii v naftě — 26,64 % a v topných olejích — 6,64 %. Sonthwell (1964) uvádí ca 30 až 35 % těchto vkladů, takže údaje se dosti přibližují. Nejvyšší procento se vynakládá na okopaniny 32 až 39 %, zatímco na obilniny 17 až 23 %, ale na sušení zrna obilnin činí vklad 5 až 8 %. Sonthwell (1964) udává 12 až 23 %.

Na techniku připadá v průměru 19 % energie zatímco jiní autoři uvádějí ca 14 %. To způsobuje náš poměrně vysoký propočtený náklad na 5,3 GJ, zatímco Jeníček (1977) udává 3,3 GJ .ha<sup>-1</sup>. Energetická hodnota osiva a sadby činí v průměru 10,2 % a nejvyšší vklady jsou na sadbu bramborů až 22,5 %, pak u obilnin 12 až 14 % a nejnižší u kukuřice 1,42 % a u cukrovky 0,32 %.

Přicházejí v úvahu možnosti omezení ve vkladech na živiny využitím organického hnojení, pěstování rostlin schopných asimilace vzdušného dusíku (Kolek, Mistrík, 1980), využíváním výkonné mechanizace v technologických postupech se sníženou spotřebou pohonných hmot (Šimon, 1981; Havelc, 1980).

V tab. II jsme rozpracovali energetické vklady v GJ .ha<sup>-1</sup> do jednotlivých prací u sledovaných plodin a propočtli jsme energetickou účinnost na hodnotu biologické a hospodářské produkce sušiny biomasy. Oproti obecně používaným hodnotám na 1 g sušiny — 16,1 až většinou 16,74 kJ (Štolcová, 1979) jsme použili vlastních výsledků rozborů, které se pohybovaly u celkové biomasy od 15,4 (brambory) do 17,7 kJ u ječmene v průměru 16,8 kJ a u hospodářské biomasy 16,2 u hlíz bramborů do 17,3 kJ u zrna ječmene jarního, v průměru všech plodin 17,00 kJ.

Produkce biologické sušiny biomasy na ha v průměru tříletí (tab. II) byla u pšenice ozimé 11,79 t — 207 40 GJ, ječmene jarního 9,17 t — 162,30 GJ, kukuřice 14,08 t — 246,75 GJ, cukrovky 23,10 t — 367,54 GJ .ha<sup>-1</sup>. Černý (1981) udává z 10letých průměrů v RVT, BVT, HO maximální hodnoty produkce na ha: u pšenice ozimé 174,83 GJ, u ječmene jarního 149,14 GJ, u cukrovky 362,15 GJ, u bramborů 120,88 GJ. Naše hodnoty (tab. II) jsou poněkud vyšší, což lze vysvětlit vyšší produkcí v KVT a vyšší hodnotou energetické hodnoty 1 g sušiny biomasy. Nejproduktivnější plodinou je cukrovka a kukuřice.

Produkce hospodářské sušiny biomasy na ha u pšenice dosáhla 4,12 t — 70,42 GJ, ječmene 4,06 t — 70,20 GJ, kukuřice 6,31 t — 115,36 GJ, cukrovka 16,20 t — 263,33 GJ, u bramborů 6,74 t — 103,52 GJ .ha<sup>-1</sup>.

V produkci hospodářsky využitelné sušiny biomasy byla nejvyšší cukrovka, kukuřice a rané brambory. Tyto tři plodiny si vyžádaly také nejvyšší spotřebu dodatkové energie na ha v témže pořadí 37,75, 37,71 a 37,34 GJ, zatímco pšenice 28,91 a ječmen 23,48 GJ.

Jednotlivá opatření (tab. II): zpracování půdy na podzim bylo energeticky náročné u pšenice — 2,290 GJ, u cukrovky — 2,052 GJ; u ostatních plodin si vyžádalo 1,416 až 1,489 GJ. Jarní příprava byla náročnější u kukuřice, bramborů a cukrovky 0,74 až 0,92 GJ, zatímco u ječmene pouze 0,64 GJ. Na ošetření byla nejnáročnější cukrovka — 1,12 GJ, brambory — 0,64 GJ, nejméně náročné byly obilniny v průměru — 0,20 GJ .ha<sup>-1</sup>. Hnojení bylo vysoce náročné u všech plodin zvláště však u kukuřice — 19,70 GJ, cukrovky — 16,37 GJ, bramborů — 13,36 GJ, pšenice — 9,84 GJ a nejnižší u ječmene 7,06 GJ.

Náklady na setí včetně osiva a sadby jsou nízké u plodin vysévaných jednozrnkově (kukuřice a cukrovky 0,8 až 0,5 GJ), zatímco u hustě setých obilnin jsou vyšší u pšenice a ječmene — 4,7 až 3,3 GJ a nejvyšší jsou u bramborů vzhledem k vysoké spotřebě sadby — 9,4 GJ .ha<sup>-1</sup>.

Ochrana je náročná u cukrovky a kukuřice (2,6 až 1,1 GJ), zatímco u bramborů raných bez ochrany proti plísni a u obilnin jsou poměrně nízké — 0,63 GJ .ha<sup>-1</sup>.

Závlahy si vyžádaly vyšší náklady u kukuřice, cukrovky — 2,7 a u bramborů — 2,4 GJ a nejnižší byly u ječmene — 1,2 GJ . ha<sup>-1</sup>.

Na sklizeň zrna včetně sušení si vyžádala nejvyšší vklady kukuřice — 4,7 GJ, pšenice — 3,2 GJ, ječmen — 3,0 GJ . ha<sup>-1</sup>. Vysoké vklady byly u cukrovky — 4,0 GJ a raných bramborů — 3,4 GJ . ha<sup>-1</sup> bez sušení. Naproti tomu sklizeň slámy u zrnin (včetně kukuřice) si vyžádala 0,66 GJ vkladů a u cukrovky (skrojky) 2,19 GJ . ha<sup>-1</sup>.

Z těchto poznatků obdobně jako z rozboru vkládané energie v tab. I vyplývá, že je nutno se soustředit na využití přírodního dusíku, na racionální využití pohonných hmot a topných olejů, na techniku vedoucí k úspoře energie, ale bedlivě sledovat vysokou hodnotu osiv a sadby při použití jejich nutného množství jak u obilnin tak zejména u bramborů.

Energetickou účinnost, vyjadřující kolik J produkce vyrobí jednotlivé plodiny z 1 J vloženého do produkce, jsme propočítali na biologickou sušinu biomasy. Nejvyšší EÚ vykazovala cukrovka — 9,74, pšenice — 7,17, ječmen — 6,91, kukuřice — 6,54. Propočtená EÚ na produkci hospodářské biomasy byla opět nejvyšší u cukrovky — 6,97 a dále u kukuřice — 3,05, ječmene — 2,99, bramborů — 2,77 a u pšenice — 2,43. V těchto pokusech nebyla sledována vojtěška, u které podle modelového propočtu hlavní podíl energetického vkladu připadal na naftu — 38 %, závlahu — 12 %, stroje — 29 % (zejména sklízňové) při celkovém vkladu energie 17,91 GJ a produkci 207,90 GJ činila EÚ — 11,61, což svědčí o výhodnosti řazení víceletých píceň do osevních postupů také vzhledem k jejich důležitému působení na půdní úrodnost. Podle osobního sdělení Klesnila (1980) byla EÚ u vojtěšky 9,56. Jednotlivé plodiny doveďou v různé míře využít dodatkovou energii. Z obilnin je v tomto směru zajímavý ječmen jarní, kukuřice a z okopanin cukrovka. Vzhledem k ekologické vyváženosti zastoupení jednotlivých plodin v osevním postupu je důležité jeho vhodné uspořádání tak, aby nám dovolil snížení potřeby energeticky náročných prostředků při stupňování výnosů.

Porovnáme-li EÚ (*output : input*) u různých autorů (tab. II), vidíme zvláště u některých značné rozdíly, což je přirozené, neboť byly brány do výpočtů různé produkce, v různých oblastech a při různých vkladech. Poměrně nejlépe se shodují naše hodnoty s hodnotami udávanými Šimonem (1980) a propočtenými hodnotami z údajů Klesnilových.

## Literatura

- BAÑOCH, Z. a kol.: Energetická bilance závlah. In: Sborník referátů ČSVTS Praha „Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostl. výroby“. 1980, s. 64-69.
- ČERNÝ, V.: Produkce biomasy a energie na orných půdách ČSR. Rostl. Výroba, 27, 1981, č. 4, s. 341-348.
- HAVELEC, S.: Energetická náročnost zpracování půdy. In: Sborník referátů ČSVTS „Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostl. výroby“. 1980, s. 70-74.
- HRUŠKA, L. a kol.: Výzkum produktivity hlavních polních plodin v podmínkách jižní Moravy. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1975, s. 86.
- HURD, E. — FORSTER, M.: Food Production and Energetic Crisis. Ceres, 182, 1974, s. 443-449.
- JENÍČEK, V.: Energie v zemědělství. Stud. informace ÚVTIZ, ř. Všeobecné otázky v zemědělství 1977, č. 1, s. 92.
- KELLER, E. R.: Neue Wege im Ackerbau? Institut für Pflanzenbau der E. T. H. Zürich 1977.
- KLESNIL, A.: Osobní sdělení (1980).
- KOLEK, J. — MISIRIK, I.: Cykly minerálních látek v agroekosystémech. In: Sbor-

ník referátů ČSVTS Praha „Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostl. výroby“. 1980, s. 12-20.  
 PIMENTEL, D.: Energy Use in World Food Production. Environmental Biology, Report of Cornell Univ. Ithaca, New York 1974, s. 13.  
 POPPR, J.: Cestovní zpráva ze stud. pobytu v Nizozemí. Havlíčkův Brod, VŠÚB 1981, s. 37.  
 SONTHEWELL, P. H.: Energie v perspektivě. School of engineering University 1964 (in Jeníček, 1977).  
 SIMON, J.: Některé příklady energetických bilancí v rostlinné výrobě. In: Sborník referátů ČSVTS Praha „Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostl. výroby“. 1980, s. 45-55.  
 SIMON, J. — ZIMOVÁ, D.: Biologické aspekty v intenzivní rostlinné výrobě. Stud. informace ÚVTIZ, ř. Rostl. Výroba 1980, č. 5.  
 ŠTOLCOVÁ, J.: Energetická bilance v podmínkách intenzivní rostl. výroby. In: Sborník ČSVTS, Brno „Využití ekologie pro intenzivní rostlinnou výrobu.“ 1979, s. 151-159.  
 ŠTOLCOVÁ, J.: Využití energie slunečního záření v závislosti na dodatkovou energii. In: Sborník referátů ČSVTS Praha „Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostlinné výroby“. 1980, s. 37-44.

Došlo dne 29. 10. 1981

ГРУШКА, Л. — ЯНИЧЕК, Й. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Энергетическая эффективность некоторых культур в кукурузном производственном типе. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1217-1224.

V качестве выхода мы оценивали продукцию биомассы культур, изучаемых в трехлетних опытах в кукурузном производственном типе, выраженную значениями, полученными при помощи собственных энергетических анализов. Вход мы вычислили из нормированных потребностей в производстве и удобрении, примененного в опытах. По этим данным мы разработали энергетические вложения (дополнительную энергию) согласно израсходованному материалу и согласно отдельным работам у изучаемых культур (пшеница озимая, яровой ячмень, кукуруза, сахарная свекла и скороспелый картофель). В модельном порядке также обрабатывалась люцерна. Основные энергетические затраты представляют: питательные вещества (35,51 %), горючее и смазочные материалы, топливное масло и электроэнергия (33,97 %), техника (18,18 %), пестициды (2,89 %), ручной труд (0,84 %), семенной и посадочный материал (10,22 %). В среднем по всем культурам на все операции потребовалось 33,0 дополнительной энергии в ГДж/га и процентах на обработку почвы и уход приблизительно 8,60 %, на удобрение, включая питательные вещества, 40,16 %, на посев, включая семенной и посадочный материал, 11,41 %, защиту 3,4 %, на орошение 6,75 %, на уборку 13,52 %, на технику 16,10 %. И полученных результатов вытекает экологически уравновешенное использование севооборота, сосредоточение на ограничение энергетических вложений путем использования азота из органической массы и его фиксации растениями, ассимилирующими воздушный азот, включая передачу ниф-гена в другие культуры, рациональное использование горючего, смазочных и топливных материалов, электроэнергии техникой и технологическими приемами без нарушения почвенного плодородия и физических свойств почв, высокое значение семенного и посадочного материала с целью использования их в оптимальном количестве. Энергетическая эффективность от общего сухого вещества биомассы у сахарной свеклы составляла 9,74, у пшеницы 7,17, ячменя 6,91, кукурузы 6,54, от хозяйственной биомассы сахарной свеклы 6,97, кукурузы 3,05, ячменя 2,99, скороспелого картофеля 2,77 и у пшеницы 2,43. У люцерны модельный расчет 11,61 свидетельствует о важности и выгоды включения многолетних кормовых в севообороты. энергетический баланс; пшеница озимая; яровой ячмень; кукуруза; сахарная свекла; скороспелый картофель

HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J. (University of Agriculture, Brno): The Energetic Effectiveness of Some Crops in the Maize-Growing Region. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1217-1224.

The biomass production of crops studied in three-year experiments conducted in the maize-growing region expressed by values from energetic analyses, was evaluated as output. Input was calculated from practical standard requirements and from the fertilization rates used in the trials. The energetic inputs (additional energy) were calculated from these data on the basis of the consumed materials and according to the volumes of work required in the studied crops (winter wheat,

spring barley, maize, sugar-beet and early potatoes). Lucerne was also treated as model. The main energetic costs are needed for: nutrients (35.51 %), propellants, fuel oils and electric energy (33.97 %), machines (18.18 %), pesticides (2.89 %), manual work (0.84 %), seeds and planting material (10.22 %). The amount of additional energy required for all kinds of work was 33.0 in GJ/ha and in percentage on an average for all crops was ca. 8.60 % in soil cultivation and treatment, 40.16 % in fertilization including nutrients, 11.41 % in sowing including seeds and planting material, 3.45 % in crop protection, 6.75 % in irrigation, 13.53 % in harvesting and 16.10 % in machines. The following conclusions were drawn from these findings; need for using ecologically balanced crop rotations; concentration of efforts to a reduction of energetic inputs by using the nitrogen from organic matter and its fixation by plants assimilating air nitrogen including the transfer of the nif-gene to other crops; rational utilization of fuels, propellants and electric energy by machines and by technological processes without impairing soil fertility and the physical properties of soils; a high value of seeds and planting materials to be utilized at optimum amounts. The energetic effectiveness for the over-all dry matter of biomass was 9.74 in sugar-beet, 7.17 in wheat, 6.91 in barley, 6.54 in maize, 6.97 in the commercial biomass of sugar-beet, 3.05 in that of maize, 2.99 barley, 2.77 early potatoes, and 2.43 wheat. In lucerne the model calculation of 11.61 testifies to the importance and advantage of including perennial fodder crops in crop rotations.

energetic balance; winter wheat; spring barley; maize; sugar-beet; early potatoes

HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J. (Hochschule für Landwirtschaft, Brno): *Energetische Wirksamkeit einiger Früchte im Maisanbautyp*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) :1217-1224.

Man bewertete als Output die Produktion der Biomasse von Früchten, die in dreijährigen Versuchen im Maisanbautyp verfolgt und durch aufgrund der eigenen energetischen Analysen gewonnene Werte dargestellt wurde. Das Input wurde aufgrund der normierten Bedürfnisse in der Praxis und der im Versuch angewandten Düngung berechnet. Mittels dieser Unterlagen wurden die energetische Einsätze (zusätzliche Energie) nach den verbrauchten Materialien und den einzelnen Arbeiten bei den verfolgten Früchten (Winterweizen, Sommergerste, Mais, Zuckerrübe und Frühkartoffeln) bearbeitet. Als Modell wurde auch Luzerne bearbeitet. Die wichtigsten energetischen Kosten stellen dar: Nährstoffe (35,51 %), Treibstoffe, Heizöle und Elektroenergie (33,97 %), Technik (18,18 %), Pestizide (2,89 %), Handarbeit (0,84 %), Saat- und Pflanzgut (10,22 %). Für die alle Arbeiten wurden im Durchschnitt 33,0 zusätzliche Energie in GJ.ha<sup>-1</sup> und im prozentuellen Anteil für die Bodenbearbeitung und -behandlung ca 8,60 %, für die Düngung und auch für die Nährstoffe 40,15 %, für die Aussaat und auch für Saat- und Pflanzgut 11,41 %, für den Schutz 3,45 %, für die Bewässerungen 6,75 %, für die Ernte 13,53 %, für die Technik 16,10 % verbraucht. Aus den Erkenntnissen geht hervor: Notwendigkeit, Fruchtfolgen ökologisch ausgeglichen auszunutzen, sich auf die Reduzierung energetischer Einsätze durch die Nutzung von Stickstoff aus der organischen Masse und seine Fixation durch den Luftstickstoff assimilierte Pflanzen, und auch auf die Übertragung von Nif-Gen in andere Früchte zu konzentrieren, Treib- und Heizstoffe und Elektroenergie durch Technik und technologische Verfahren ohne Störung der Bodenfruchtbarkeit und der physikalischen Bodeneigenschaften auszunutzen, es muß ein hoher Wert von Saat- und Pflanzgut bestehen, damit sie in einer optimalen Menge ausgenutzt werden können. Energetische Wirksamkeit auf die Gesamttrockensubstanz der Biomasse betrug bei Zuckerrübe 9,74, bei Weizen 7,17, bei Gerste 6,91, bei Mais 6,54, auf die wirtschaftliche Biomasse bei Zuckerrübe 6,97, bei Mais 3,05, bei Gerste 2,99, bei Frühkartoffeln 2,77 und bei Weizen 2,43. Bei Luzerne zeugt die Modellberechnung (11,61) von der Wichtigkeit und Vorteilhaftigkeit der Einreihung von mehrjährigen Futterpflanzen in die Fruchtfolgen.

energetische Bilanz; Winterweizen; Sommergerste; Mais; Zuckerrübe; Frühkartoffeln

Adresy autorů:

Prof. ing. dr. Ladislav Hruška, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

Ing. Josef Janíček, Vysoká škola zemědělská, Ústav biologie lesa, 691 44 Lednice na Moravě



# PŘÍSPĚVEK K ŘEŠENÍ PROGNOZY METEOROLOGICKÝCH ZMĚN A VÝNOSŮ POLNÍCH PLODIN

K. Kudrna

---

KUDRNA, K. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchbátka): *Příspěvek k řešení prognózy meteorologických změn a výnosů polních plodin*. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1225-1232.

V práci je řešena systémovými metodami problematika možnosti prognózy meteorologických změn a v závislosti na nich, výnosů polních plodin na území České socialistické republiky. Je naznačena nová metoda stanovení prognózy meteorologických změn a její výsledky porovnány se skutečnými měsíčními úhrny srážek a jejich odchylkami od padesátiletého normálu v kritických obdobích hlavních polních plodin.

kritická období; systémové metody; meteorologické a klimatické jevy

---

Jedním z nejdůležitějších problémů v koncepci zemědělskopřemyslových soustav je odstranění resp. omezení vlivu nahodilých veličin. Takovou veličinou, která až dosud odporovala našemu poznání jsou meteorologické jevy. V předložené práci jsme se pokusili naznačit výsledky řešení tohoto problému v souvislosti s vyhodnocením vlivu těchto změn na výnosy hlavních polních plodin v ČR.

## MATERIÁL A METODY

Neobyčejně obtížná a obsáhlá práce tisíců vědeckých pracovníků meteorologického výzkumu a služby na celém světě přinesla mnoho poznání a přesných pokusů meteorologických a klimatických jevů v mnoha případech vyjádřených velmi dokonalým matematickým aparátem. Naš přístup spočíval v systémové analýze soustavy „Slunce — Země“ z meteorologického hlediska; vycházeli jsme přitom z myšlenek V. I. Vernadského a K. E. Ciolkovského o jednotě Kosmu a Země.

Pro řešení úkolu jsme použili systémové analýzy dlouhodobých srážkových a teplotních měsíčních údajů na 40 stanicích Evropy v oblasti Ural — Lisabon — Bergen — Středozemní moře v časové řadě 1918—1960; záměrné stanice Praha — Klementinum a „Čechy“ (průměr 35 stanic) byly sledovány až do roku 1980.

Analýza meteorologických a klimatických extrémů byla zpracována z údajů denních pozorování v období roku 1967—1982 na celé planetě. Pro vyhodnocení úlohy planet terestrické skupiny v poruchách elektromagnetického pole Slunce jsme pak použili tabulek efemetid obsažených v „Hvězdářských ročenkách“ od roku 1922 do roku 1982. Důležité podklady byly získány z výsledků pozorování družicových systémů SSSR a USA.

V principu bylo použito metody „černé skříňky“, tj. byly řešeny vztahy mezi vstupy a výstupy, přičemž byla přísně dodržována zásada abstrakce od jevů podružných a závislých (Kudrna, 1982b).



Srážky, jako měřitelný příznak byly zvoleny proto, že jsou jediným faktorem, který reguluje termodynamické poměry na Zemi a jejich vytváření je závislé na mnoha procesech, jež jsou důsledkem extrémních změn v atmosféře Země. Již v dřívějších pracích jsme poznali, že jejich množství a zejména rozdělení během vegetace determinuje kritická období polních plodin.

Cílem řešení bylo tedy poznat obecné zákony vzniku a vývoje meteorologických poruch vyjádřených srážkami, jejich rozdělení vzhledem ke kritickým obdobím hlavních polních plodin v ČSR. Výsledky byly vyhodnoceny takto:

Srážky ( $h_s$ ) jako odchylka od 50letého normálu ( $N$ ):

$N \pm 10 \text{ mm } \varnothing h_s (\pm \text{ } \pm)$

$N \pm 11-20 \text{ mm } +; -$

$N \pm 21-30 \text{ mm } ++; --$

$N \pm 31 \text{ a více } +++; ---$

Prognózované srážky byly vyhodnoceny jako

$\pm$  (průměr),  $+$ ,  $-$ ,  $++$ ,  $--$ ,  $+++$ ,  $---$ .

Dosažené výnosy byly vyhodnoceny jako odchylky od pětiletých průměrů v letech 1961–1965, 1966–1970, 1971–1975 a 1976–1980. V důsledku toho byly tedy porovnávány odchylky pětiletých průměrů výnosů polních plodin s odchylkami srážek od 50letého normálu na území ČSR v kritickém období polních plodin.

## VÝSLEDKY

Analýzy soustavy — „Slunce — Země“ ukázaly, že rozhodující úlohu v utváření srážkových poměrů na Zemi mají kondenzační jádra vznikající emisí elementárních nabitých částic — protonů, elektronů a iontů ze Slunce. K emisí těchto částic dochází při dolní a horní konjunkci planety Merkur (MK) se Sluncem, kdy dochází k porušení elektrického pole Slunce. Jde o relativně krátká období, kdy vzniká impulsní pole, které vyvolává síly, jež převyšují vazby atomů v pevném tělese. Jak potvrdily práce, zejména Paulikasovy (1976), nejsilnější toky slunečních částic jsou obvykle spojeny s impulsními emisemi, které vyvolávají rázové vlny a jiné anomálie v toku slunečního větru a rovněž, které emitují intenzivní toky elektronů a protonů o značné energii.

Elektrické resp. elektromagnetické pole Slunce, jak se ukazuje, je omezeno orbitou MK. Při dolní či horní konjunkci MK dochází k emisí částic, jíž lze vysvětlit jako termoelektronovou emisí vznikající vysokou teplotou ze žhavého tělesa, zřejmě při porušení gravitačních sil.

Slunce emituje nepřetržitě při četných erupcích značné množství energie. Avšak, jak ukázaly naše výpočty, uvážíme-li Einsteinovu rovnici  $E = mc^2$ , energie kterou Slunce vyzáří do prostoru je rovna úbytku hmoty Slunce za den (24 hodin)

$$\Delta m = \frac{\Delta E [d]}{c^2} = 0,378 \cdot 10^{12} \text{ t}$$

Již z této skutečnosti je patrné, že množství vyzářené hmoty a energie do prostoru Sluncem, vztaženo na kulovou plochu o poloměru zemské dráhy, není příliš vysoké v porovnání s dalšími planetami terestrické skupiny; jestli např. solární konstanta —  $K$  pro Zemi ( $Z$ ) činí  $1,4 - 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , pak pro kulovou plochu o poloměru dráhy MK při vzdálenosti Slunce  $0,378 \text{ AU}$  (astr. jedn.) dostaneme  $9,36 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , pro Venuši ( $VE$ ) a pro její dráhu  $r = 0,72 \text{ AU}$ ,  $K = 2,7 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  a pro Mars,  $r = 1,52 \text{ AU}$  jako poslední planetu terestrické skupiny je  $K$  pouze  $606 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Aniž bychom podrobně popisovali mechanismy pohybu částic emitovaných ze Slunce, zdůrazňujeme jen, že při těchto analýzách jsme došli k jednoznačnému závěru, že uvolněné částice musí být nejdříve zkoncentrovány a teprve potom emitovány do atmosféry Země, kde mají úlohu kondenzačních jader. Proces nastává tak, že emitované částice jsou zachyceny a usměrňovány Merkurem na planetu, která se právě nachází v „emisním sektoru“ ve směru dráhy planety. Tok částic se zrychluje, částice nabývají na hmotnosti; náboj zůstává stejný, ale hmotnost elektronů rychle vzrůstá

$$m = \frac{m_e}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}}$$

kde:  $u$  — rychlost elektronů

$c$  — rychlost světla ve vakuu

$m$  — hmotnost elektronů za pohybu

Přenosovou planetou VE, Z nebo MS je tok částic vrácen zpět — je zpomalena jejich rychlost tak, že je opět zachycen magnetickým polem Slunce. Zde se vytváří vysoce koncentrovaná oblast částic zřejmě o vysokém napětí elektrického pole ve stacionárním stavu, která se zde udržuje až do doby, než se do tohoto druhého „emisního sektoru“ dostane opět těleso se silným magnetickým polem — v našem případě Země, kdy nastane opět emise z oblasti koncentrace částic v elektrickém poli Slunce do magnetického pole Země. Doba od vzniku oblasti koncentrace a relaxace napětí pole je nepravidelná a pohybuje se kolem 1 roku. Proto prognózy těchto situací lze realizovat se značným předstihem. Jev jsme definovali jako dvofázový impulsní systém v němž dochází jednak ke koncentraci částic (ve dvou fázích) jednak k uvolnění napětí (relaxaci). Doba koncentrace částic (vznik oblastí o vysoké koncentraci) v polárních časových souřadnicích se na Zemi projevuje značným nedostatkem srážek (zatím zde nepopisujeme vlivy orografické), tj. ( $h_s - N$ ), po relaxaci naopak, kdy dochází k nasycení atmosféry Země emitovanými částicemi — aktivními kondenzačními jádry, vznikají extrémní srážky ( $h_s + N$ ). Tyto mechanismy jsou podrobně popsány v práci Kudrny (1982a, 1982b).

Je nutné zdůraznit, že se jednoznačně prokázalo, že podmínkou tohoto procesu je skutečnost, že oběžné dráhy všech planet se pohybují přibližně ve stejné rovině, čím je omezen počet stupňů volnosti. Kdyby orbity planet byly v různých rovinách, pak by nemohlo dojít ani k přenosu a tedy i výše popsaným poruchám; poruchy by byly jen náhodné a život na Zemi by zřejmě nebyl možný.

Jako příklad uvádíme z časové řady 20 let vyhodnocení popsané situace v roce 1978 pro rok 1979.

Na obr. 1 jsou vyjádřeny dráhy planet terestrické skupiny v heliocentrických a geocentrických souřadnicích s vyhodnocenými daty vzdálenosti planet Země v době dolní a horní konjunkce MK. Na polární souřadnici jsou symbolem (X) vyhodnoceny body koncentrace částic v elektromagnetickém poli Slunce; jím odpovídají záporné odchylky od normálu ( $h_s, N$ ) a ( $h_s - N$ ) v roce 1979). Měřitelným příznakem pro tuto dobu je spojnice Slunce — dotkový bod tangenty na orbitě MK, kde se vytvořila oblast vysoké koncentrace. Naproti tomu oblast relaxace je

charakterizována vykreslenými výsečemi ( $h_s + N$ ). Na tomto principu byla odvozena pro jednotlivá léta prognóza odchylek srážek od  $N$ , kterou jsme vyjádřili v souvislosti se skutečnými odchylkami srážek od  $N$ , v kritických obdobích polních plodin a příslušnými výnosy pro ČSR [tab. I, II].

Porovnání prognózovaných odchylek úhrnů měsíčních srážek od normálu pro území ČSR. Tím se potvrzuje i předložená teorie o vzniku srážek. Přesto jsme si vědomi, jak ukazují další analýzy v tomto směru, že se zde prosazují orografické poměry na Zemi (výsledky nebyly dosud publikovány). Protože relaxace napětí oblastí koncentrace v elektromagnetickém poli Slunce může nastat až po opětovném vstupu Země do emisního sektoru (ve druhé fázi), pak prognózu lze realizovat minimálně s ročním předstihem.

I. Průměrné hodnoty výnosů polních plodin (v t) ČR — The average levels of the yields of the main field crops (in t) in the CSR

| Rok       | $\varnothing Y_1$ | $\varnothing Y_2$ | $\varnothing Y_{3a}$ | $\varnothing Y_{3b}$ | $\varnothing Y_{4a}$ | $\varnothing Y_{2e}$ |
|-----------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 1961–1965 | 5,15              | 2,37              | 28,03                | 12,64                | 3,10                 | 2,76                 |
| 1966–1970 | 5,94              | 2,73              | 36,31                | 16,78                | 3,49                 | 3,56                 |
| 1971–1975 | 6,53              | 3,38              | 33,92                | 16,87                | 3,77                 | 3,89                 |
| 1976–1980 | 6,82              | 3,73              | 34,02                | 18,44                | 4,06                 | 3,90                 |

II. Zabezpečení kritických období hlavních polních plodin srážkami (ČSR) — Rain-fall rates in the critical periods of the main field crops (territory of the ČSR)

| Měsíce vegetace                                                    | IV. | V.         | VI.     | VII. | VIII. | IX. | Y $\bar{\sigma}$<br>1961—1965                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|------------|---------|------|-------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1965                                 | +   | ++         | +       | +    | —     | +   |                                                                                   |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ |     | ++<br>++   | +—<br>+ | +    |       |     | + $Y_1$<br>— $Y_2$<br>— $Y_{3a}$<br>— $Y_{3b}$<br>+ $Y_{s4a}$<br>— $Y_{2e}$       |
| Y $\bar{\sigma}$<br>1966—1970                                      |     |            |         |      |       |     |                                                                                   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1966                                 | +   | —          | ++      | ++   | ++    | —   | +— Y $\bar{\sigma}$                                                               |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ |     | —<br>—     |         | ++   | ++    |     | — $Y_{s1}$<br>— $Y_2$<br>— $Y_{3a}$<br>— $Y_{3b}$<br>+— $Y_{s4a}$<br>— $Y_{2e}$   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1967                                 | —   | ++         | —       | —    | +—    | +++ |                                                                                   |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ |     | +++<br>+++ | +—      | —    |       | +++ | — $Y_{s1}$<br>+— $Y_2$<br>+ $Y_{3a}$<br>— $Y_{3b}$<br>+ $Y_{s4a}$<br>— $Y_{2e}$   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1968                                 | —   | —          | +       | —    | +—    | +   | +— Y $\bar{\sigma}$                                                               |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ | +—  | +—         | +—      | —    | +     | +   | — $Y_{s1}$<br>+ $Y_2$<br>+ $Y_{3a}$<br>+ $Y_{3b}$<br>— $Y_{s4a}$<br>+ $Y_{2e}$    |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1969                                 | —   | —          | ++      | —    | —     | —   |                                                                                   |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ | +—  | —          | ++      | —    | —     | —   | — $Y_{s1}$<br>+ $Y_2$<br>— $Y_{3a}$<br>+ $Y_{3b}$<br>— $Y_{s4a}$<br>+— $Y_{2e}$   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1970                                 | —   | —          | —       | —    | ++    | —   |                                                                                   |
| $Y_{s1}$<br>$Y_2$<br>$Y_{3a}$<br>$Y_{3b}$<br>$Y_{s4a}$<br>$Y_{2e}$ | +—  | +—         | +—      | —    | +++   | —   | + $Y_{s1}$<br>— $Y_2$<br>+— $Y_{3a}$<br>+— $Y_{3b}$<br>+— $Y_{s4a}$<br>+ $Y_{2e}$ |

| Měsíce vegetace                                                                                                | IV.      | V.                               | VI.                               | VII.                   | VIII.                    | IX.                          | Y $\bar{Y}$<br>1971–1975                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N 1971$                                                                             | —<br>—   | +<br>++                          | ++<br>+++                         | —<br>---               | —<br>—                   | —+<br>—+                     | +— Y $\bar{Y}$                                                                                                                |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | ++<br>++<br><br><br>++<br><br>   | <br><br>+++<br>+++                | ---<br><br>---<br><br> | <br>—<br>—<br><br>—      | <br>—+<br><br><br><br><br>   | — Y <sub>s1</sub><br>—+ Y <sub>2</sub><br>— Y <sub>3a</sub><br>— Y <sub>3b</sub><br>— Y <sub>s4a</sub><br>— Y <sub>2e</sub>   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N 1972$                                                                             | +—<br>+— | +—<br>+—                         | —<br>—+                           | +<br>+—                | —<br>---                 | —+<br>+—                     |                                                                                                                               |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | +—<br>+—<br><br>—+<br>+—<br><br> | <br><br><br>—+                    | +—<br><br>+<br><br>    | <br>—<br>—<br><br>—      | <br><br>(+—)<br><br><br><br> | +— Y <sub>s1</sub><br>—+ Y <sub>2</sub><br>—+ Y <sub>3a</sub><br>+ Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>+ Y <sub>2e</sub> |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N 1973$                                                                             | +—<br>—+ | —<br>—                           | —<br>—+                           | +<br>+                 | —<br>---                 | —<br>—                       |                                                                                                                               |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> | (—+)     | —<br>—<br><br>—<br><br>          | —+<br><br>—+<br>—+                | +<br><br>(+)<br>+      | (+)<br>---<br>---<br>--- |                              | — Y <sub>s1</sub><br>+— Y <sub>2</sub><br>— Y <sub>3a</sub><br>+ Y <sub>3b</sub><br>— Y <sub>s4a</sub><br>— Y <sub>2e</sub>   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N 1974$                                                                             | —<br>--- | ++<br>+++                        | ++<br>++                          | —<br>—+                | —<br>—+                  | +—<br>+—                     |                                                                                                                               |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | +++<br>+++<br><br>+++<br><br>    | <br>++<br>++                      | —+<br><br>—+           | <br>—+<br>—+<br><br>—+   | <br><br>+—<br><br><br>       | + Y <sub>s1</sub><br>+ Y <sub>2</sub><br>++ Y <sub>3a</sub><br>+ Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>— Y <sub>2e</sub>   |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N 1975$                                                                             | —<br>—   | —<br>—+                          | ++<br>+++                         | —<br>—                 | —<br>—+                  | —<br>—                       |                                                                                                                               |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | —+<br>—+<br><br>—+<br><br>       | (+++)<br>(+++)<br><br>(+++)<br>++ | —<br><br>—<br><br>     | <br>—+<br>—+<br><br>—+   |                              | + Y <sub>s1</sub><br>— Y <sub>2</sub><br>+ Y <sub>3a</sub><br>— Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>+ Y <sub>2e</sub>    |

Význam použitých symbolů:

Y<sub>s1</sub> — výnos sušiny víceletých píceňin na orné půděY<sub>2</sub> — výnos obilnin (zrno)Y<sub>3a</sub> — výnos cukrové řepy

| Měsíce vegetace                                                                                                | IV.      | V.                                     | VI.                            | VII.                             | VIII.                                    | IX.        | Y $\emptyset$<br>1976–1980                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1976                                                                             | —<br>--- | +—<br>—                                | —<br>---                       | +—<br>—                          | —<br>---                                 | —+<br>—+   | $\pm Y \emptyset$                                                                                                           |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—             | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—     | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—       | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—               | —+<br>(—+) | — Y <sub>s1</sub><br>— Y <sub>2</sub><br>— Y <sub>3a</sub><br>—+ Y <sub>3b</sub><br>— Y <sub>s4a</sub><br>— Y <sub>2e</sub> |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1977                                                                             | —+<br>—+ | —<br>—                                 | +—<br>+                        | +<br>++                          | ++<br>+++                                | +—<br>+—   |                                                                                                                             |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | —<br>—<br>—<br>—<br>—<br>—             | (+)<br>(+)<br>+<br>+<br>+<br>+ | ++<br>++<br>++<br>++<br>++<br>++ | (+++)<br>+++<br>+++<br>+++<br>+++<br>+++ |            | + Y <sub>s1</sub><br>—+<br>++ Y <sub>3a</sub><br>—+ Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>+ Y <sub>2e</sub>              |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1978                                                                             | —<br>—   | ++<br>+++                              | —<br>—                         | —<br>—                           | ++<br>++                                 | +—<br>+    |                                                                                                                             |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | +++<br>+++<br>(+++)<br>+++             | —<br>—<br>—<br>—               | —<br>—<br>—<br>—                 | ++<br>++<br>(++)<br>++                   |            | + Y <sub>s1</sub><br>+ Y <sub>2</sub><br>+ Y <sub>3a</sub><br>+ Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>— Y <sub>2e</sub>  |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1979                                                                             | +—<br>+— | —<br>---                               | ++<br>+++                      | —+<br>—                          | —<br>—                                   | ++<br>+++  |                                                                                                                             |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> |          | ---<br>---<br>---<br>---<br>---<br>--- | +++<br>(+++)<br>+++            | —<br>—<br>—                      | —<br>—<br>—                              | +++        | — Y <sub>s1</sub><br>— Y <sub>2</sub><br>+ Y <sub>3a</sub><br>+— Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>+ Y <sub>2e</sub> |
| Prognóza $h_s$<br>$h_s \pm N$ 1980                                                                             | +<br>+++ | —<br>---                               | +<br>+—                        | ++<br>+++                        | —<br>---                                 | —<br>—+    |                                                                                                                             |
| Y <sub>s1</sub><br>Y <sub>2</sub><br>Y <sub>3a</sub><br>Y <sub>3b</sub><br>Y <sub>s4a</sub><br>Y <sub>2e</sub> | (+++)    | —<br>—<br>+—<br>—                      | (+—)<br>(+—)<br>+—             | +++<br>+++<br>(+++)              | —<br>—<br>—                              |            | — Y <sub>s1</sub><br>+ Y <sub>2</sub><br>— Y <sub>3a</sub><br>— Y <sub>3b</sub><br>+ Y <sub>s4a</sub><br>+— Y <sub>2e</sub> |

Y<sub>3b</sub> — výnos bramborY<sub>s4a</sub> — výnos sušiny lučních porostů (drnového fondu)Y<sub>2e</sub> — výnos kukuřice na zrnoY $\emptyset$  — průměrný výnos



## Literatura

- BRANDT, J. C. — HODGE, P. W.: Solarsystem Astrophysics London, 1964.
- KRIVSKÝ, L.: Prognózy protočných vspyšek i efektov Forbuša. Nabl. i progn. soln. aktiv. Moskva, Mir 1976.
- KUDRNA, K.: Příspěvek k poznání některých zákonitostí vývoje a utváření výnosů polních plodin při řešení teoretických problémů zemědělských soustav v českých krajích. ÚVTI, Rostl. Výroba, 5, 1966, č. 1, s. 95-122.
- KUDRNA, K.: Zakonitosti rozvoje i obrazování urožaje poleových kultur v závislosti od termodynamických uslovií klimata. In: Sb. univ. K. Marxe, Leipzig, 2, 1969.
- KUDRNA, K.: Termodynamický charakter vlivu klimatických faktorů na utváření výnosů polních plodin. ÚVTI, Rostl. Výroba, 6, 1967, č. 6, s. 637-655.
- KUDRNA, K.: Vznik a vývoj meteorologických a klimatických poruch na Zemi. [Závěr. zpráva úkolu SPZV VI-4-15.] Praha - Suchdol, VŠZ 1982a.
- KUDRNA, K.: Příspěvek k řešení příčin meteorologických změn na Zemi a možnosti jejich prognózy. Meteorologické zprávy Praha, 1982b.
- PAULIKAS, G. A.: Vozdějstvije vspyšek solněčnych častic na naselenost magnitosfery. Nabl. i progn. sol. aktiv. Moskva, Mir 1976.
- PODZIMEK, J.: Fyzika oblaků a srážek. Praha, ČSAV 1959.

Došlo dne 17. 6. 1982

КУДРНА, К. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): К вопросу решения прогноза метеорологических изменений и урожаев полевых культур. Ростл. Výroba, 28, 1982 (11) : 1225-1232.

V dané статье решена при помощи системных методов проблематика возможности прогноза метеорологических изменений и в зависимости от них урожаев полевых культур на территории Чешской Социалистической Республики. Установлен новый метод определения прогноза метеорологических изменений, результаты которого сравнивались с фактическими месячными суммами осадков и их отклонениями от пятидесятилетней нормы в критических периодах главных полевых культур.

критический период; системные методы; метеорологические и климатические явления

KUDRNA, K. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): A Contribution to the Prognostication of Meteorological Changes and Field Crop Yields. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1225-1232.

System methods are used for solving the problems of forecasting meteorological changes and the yields of field crops (depending on these changes) in the territory of the Czech Socialist Republic. A new method of the prognosis of weather changes is suggested and its results are compared with the actual monthly precipitation sums and their deviations from the fifty-year average in the critical periods of the main field crops.

critical periods; system methods; meteorological and climatic phenomena

KUDRNA, K. (Hochschule für Landwirtschaft, Praha - Suchdol): Beitrag zur Lösung der Prognose der meteorologischen Veränderungen und Erträge von Feldfrüchten. Rostl. Výroba, 28, 1982 (11) : 1225-1232.

In dieser Arbeit wird durch die Systemmethoden die Problematik der Möglichkeit der Prognose der meteorologischen Veränderungen und in Abhängigkeit davon, der Erträge von Feldfrüchten im Gebiet der Tschechischen Sozialistischen Republik gelöst. Es wird eine neue Methode der Bestimmung der Prognose der meteorologischen Veränderungen angedeutet. Ihre Ergebnisse werden mit den tatsächlichen Monatssummen von Niederschlägen und ihren Abweichungen vom fünfzigjährigen Normal in den kritischen Zeiträumen der wichtigsten Feldfrüchte verglichen.

kritische Zeiträume; Systemmethoden; meteorologische und klimatische Erscheinungen

Adresa autora:

Akademik Karel Kudrna, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

Rukopisy odevzdány k tisku 23. 7. 1982, podepsáno k tisku 19. 10. 1982

|                                                                                                                                      |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Růčka M.: Závlaha a hnojení — významné faktory zvyšování úrod kukurice na síláž . . . . .                                            | 1121 |
| Jankovský M., Šubrtová D., Hubáček J.: Příspěvek k objektivizaci organoleptického hodnocení jahod . . . . .                          | 1131 |
| Klusák H.: Stanovení obsahu cukrů a bílkovinného dusíku z jedné navážky sušiny rostlin . . . . .                                     | 1139 |
| Zelený F., Neuberger J., Chval L., Pátý F.: Obsah mědi, zinku, manganu, molybdenu a bóru v hlavních odrůdách ozimé pšenice . . . . . | 1143 |
| Míča B.: Vliv různých podmínek výživy na obsah čisté bílkoviny a tuberinu u brambor . . . . .                                        | 1153 |
| Hudcová O., Fürst Z.: Hodnocení dlouhodobých časových změn draslíku v půdě při použití stochasticko-empirického modelu . . . . .     | 1161 |
| Strnad P.: Vliv močoviny na výživu, výnos a kvalitu cukrovky . . . . .                                                               | 1171 |
| Lišťanská J.: Působení inhibitorů nitrifikace na přeměnu dusíku v půdě při různých teplotách . . . . .                               | 1177 |
| Dančík J.: Vplyv vylepšenia riedkych porastov lucerny prísevom na ich produkciu a zloženie . . . . .                                 | 1187 |
| Škorpík M., Šíp V., Hrabětová J., Kubů Z.: Vliv počtu produktivních odnoží na strukturu výnosu rostlin jarní pšenice . . . . .       | 1197 |
| Míka V., Paul Ch., Zimmer E., Kaufmann W.: Srovnání laboratorních metod ke stanovení výživné hodnoty píce . . . . .                  | 1207 |
| Hruška L., Janíček J.: Energetická účinnost některých plodin v ku-kuřičném výrobním typu . . . . .                                   | 1217 |
| Kudrna K.: Příspěvek k řešení prognózy meteorologických změn a výnosů polních plodin . . . . .                                       | 1225 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                        |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Ручка М.: Орошение и удобрение — важные факторы повышения урожая куку-<br>рузы на силос . . . . .                                                      | 1129 |
| Янковский М., Шубртова Д., Губачек Я.: К вопросу объективизации<br>органолептической оценки земляники . . . . .                                        | 1138 |
| Клусак Г.: Определение содержания сахаров и белкового азота с одной навески<br>сухого вещества растений . . . . .                                      | 1142 |
| Зелены Ф., Нейбергер Я., Хвал Л., Паты Ф.: Содержание меди, цинка,<br>марганца, молибдена и бора в основных сортах озимой пшеницы . . . . .            | 1152 |
| Мича Б.: Влияние разных условий питания на содержание чистого белка и ту-<br>берина у картофеля . . . . .                                              | 1159 |
| Гудцова О., Фюрст З.: Оценка многолетних временных изменений калия<br>в почве с применением стохастическо-эмпирической математической модели . . . . . | 1170 |
| Стрнад П.: Влияние мочевины на питание, урожай и качество сахарной свеклы<br>. . . . .                                                                 | 1176 |
| Лиштянска Я.: Действие ингибиторов нитрификации на преобразование азота<br>в почве при разных температурах . . . . .                                   | 1184 |
| Данчик Й.: Влияние улучшения изреженных посевов люцерны подсевом на их<br>продукцию и состав . . . . .                                                 | 1195 |
| Шкорпик М., Шип В., Грабетова Я., Кубу З.: Влияние числа про-<br>дуктивных побегов на структуру урожая растений яровой пшеницы . . . . .               | 1205 |
| Мика В., Паул Х., Циммер Е., Кауфман В.: Сравнение лабораторных<br>методов по определению питательной ценности кормов . . . . .                        | 1214 |
| Грушка Л., Яничек Й.: Энергетическая эффективность некоторых культур в ку-<br>курузном производственном типе . . . . .                                 | 1223 |
| Кудрна К.: К вопросу решения прогноза метеорологических изменений и урожая<br>полевых культур . . . . .                                                | 1232 |

|                                                                                                                                              |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Růčka M.: Irrigation and Fertilization — Important Factors of Increasing the Yields of Silage Maize                                          | 1130 |
| Jankovský M., Šubrtová D., Hubáček J.: A Contribution to the Objectivization of the Organoleptic Evaluation of Strawberries                  | 1138 |
| Klusák H.: Determination of the Content of Sugars and Protein Nitrogen in a Single Batch of Plant Dry Matter                                 | 1142 |
| Zelený F., Neuberg J., Chval L., Pátý F.: The Content of Copper, Zinc, Manganese, Molybdenum and Boron in the Main Cultivars of Winter Wheat | 1152 |
| Míča B.: The Effect of Different Nutrition Conditions on the Content of Net Protein and Tuberin in Potatoes                                  | 1160 |
| Hudcová O., Fürst Z.: Evaluation of Long-Time Changes in Soil Potassium Using the Stochastic-Empirical Mathematical Model                    | 1170 |
| Strnad P.: The Effect of Urea on the Nutrition, Yield and Quality of Sugar-Beet                                                              | 1176 |
| Lišťanská J.: The Effect of Nitrification Inhibitors on Nitrogen Conversion in the Soil at Different Temperatures                            | 1185 |
| Dančík J.: Additional Lucerne Sowing for Thin Stand Improvement: Effect on Lucerne Output and Stand Composition                              | 1196 |
| Škorpík M., Šíp V., Hrabětová J., Kubů Z.: The Effect of the Number of Fertile Tillers on the Yield Structure of Spring Wheat Plants         | 1205 |
| Míka V., Paul Ch., Zimmer E., Kaufmann W.: A Comparison of Laboratory Methods for the Determination of the Nutritive Value of Forage         | 1215 |
| Hruška L., Janíček J.: The Energetic Effectiveness of Some Crops in the Maize-Growing Region                                                 | 1223 |
| Kudrna K.: A Contribution to the Prognostication of Meteorological Changes and Field Crop Yields                                             | 1232 |

## INHALT

|                                                                                                                                                        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Růčka M.: Bewässerung und Düngung — bedeutende Faktoren der Erhöhung der Erträge von Silomais                                                          | 1130     |
| Jankovský M., Šubrtová D., Hubáček J.: Beitrag zur Objektivierung der organoleptischen Bewertung von Erdbeeren                                         | (E) 1138 |
| Klusák H.: Bestimmung des Gehaltes an Zucker und Eiweißstickstoff aus einer Einwaage von Trockensubstanz der Pflanzen                                  | 1142     |
| Zelený F., Neuberg J., Chval L., Pátý F.: Gehalt an Kupfer, Zink, Mangan, Molybden und Bor in den wichtigsten Winterweizensorten                       | (E) 1152 |
| Míča B.: Einfluß unterschiedlicher Bedingungen der Ernährung auf den Gehalt an Reineiweißstoffen und Tuberin bei Kartoffeln                            | 1160     |
| Hudcová O., Fürst Z.: Bewertung langfristiger Zeitänderungen von Kalium im Boden bei der Anwendung des stochastisch-empirischen mathematischen Modells | (E) 1170 |
| Strnad P.: Einfluß des Harnstoffes auf Ernährung, Ertrag und Qualität von Zuckerrübe                                                                   | (E) 1176 |
| Lišťanská J.: Wirkung von Inhibitoren der Nitrifikation auf die Umwandlung von Stickstoff im Boden bei verschiedenen Temperaturen                      | 1185     |
| Dančík J.: Einfluß der Besserung lichter Luzernebestände durch die Beisat auf ihre Produktion und Zusammensetzung                                      | 1196     |
| Škorpík M., Šíp V., Hrabětová J., Kubů Z.: Einfluß der Anzahl produktiver Triebe auf die Struktur des Ertrages der Pflanzen des Sommerweizens          | 1205     |
| Míka V., Paul Ch., Zimmer E., Kaufmann W.: Vergleichung von Labormethoden zur Bestimmung des Nährwertes von Futterpflanzen                             | 1215     |
| Hruška L., Janíček J.: Energetische Wirksamkeit einiger Früchte im Maisanbautyp                                                                        | 1224     |
| Kudrna K.: Beitrag zur Lösung der Prognose der meteorologischen Veränderungen und Erträge von Feldfrüchte                                              | 1232     |

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MİR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.