

VĚDECKÝ ČASOPIS

ODBORNÁ
ministerstva
a výzkumu
PRAHA 1 - TESNOVÁ 6. 68



ROSTLINNÁ VÝROBA

7

ROČNÍK 35 (LXII)
PRAHA
ČERVENEC 1989
CENA 18 Kčs
ROYAL 35 (7)
673—784
CS ISSN 0370-663X

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

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

Redaktorka RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

Hudcová M.: Vliv organického hnojení a zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku v půdě pod cukrovkou	673
Vaněk V., Vostal J., Činková D., Vlková O.: Vliv doby aplikace močoviny na odběr a využití dusíku ozimou pšenicí	681
Foltýn J., Škorpík M., Prášil I.: Dynamika tvorby produktivních stébel a internodií pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.)	689
Špánik F., Repa Š.: Účinnost využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia porastom jarného jačmeňa v závislosti od meteorologických faktorov	703
Vaškovský P., Krausko O.: Zhodnotenie pestovania repky olejnej aplikáciou metód faktorovej a zhlukovej analýzy	711
Prugarová A., Kováč M., Karol P.: Obsah kadmia v odrodách maku	719
Kubaláková M.: Problematika množení cukrovky (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>saccharifera</i>) <i>in vitro</i>	725
Hrabě F., Halva E.: Vliv výživy a doplňkové závlahy na produkčně energetické a výnosotvorné prvky u jetele lučního (<i>Trifolium pratense</i> L.)	733
Hronec O., Kokordák J., Hroncová N.: Vplyv exhalátov na kumuláciu vybraných prvkov v rastlinách dateliny lúčnej a sóje obyčajnej	741
Gáborčík N.: Množstvo a chemické zloženie koreňovej hmoty odrôd kostravy trstovitej (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	749
Mařátko J.: Uplatnění koncentrátů stopových prvků ve výživě chmele	757
Ugorová M., Vidovič J.: Fyziologické aspekty indikácie doplnkovej závlahy	765

INFORMACE

Linkeš V., Makovnicková J., Kobza J.: Výpočet rovnovážnej objemovej hmotnosti pôdy z údajov jej textúry a obsahu humusu	773
Benešová J.: Metody stanovení dusičnanového dusíku v rostlinném materiálu	781

JUBILEUM

Fryček A.: Životní jubileum ing. Václava Zavřela, CSc.	756
--	-----

RECENZE

Zahradníček J.: P. B. Chock, C. Y. Huang, C. L. Tsou, J. H. Wang (eds): Enzyme Dynamics and Regulation	710
Zahradníček J.: Döbereiner, L. Pedrosa: Nitrogen-Fixing Bacteria in Non-leguminous Plants	732
Zahradníček J.: H. F. Linskens, J. F. Jackson (eds): Beer Analysis (Modern Methods of Plant Analysis)	764

СОДЕРЖАНИЕ

Гудцова М.: Влияние органического удобрения и почвообработки на содержание нитратного азота в почве под свеклой	679
Ванек В., Востал Й., Чинкова Д., Влкова О.: Влияние срока внесения мочевины на усвоение и использование азота озимой пшеницей	688

VLIV ORGANICKÉHO HNOJENÍ A ZPRACOVÁNÍ PŮDY NA OBSAH NITRÁTOVÉHO DUSÍKU V PŮDĚ POD CUKROVKOU

M. Hudcová

HUDCOVÁ, M. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, Hrušovany u Brna): *Vliv organického hnojení a zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku v půdě pod cukrovkou*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 673-680.

V letech 1985 až 1987 bylo v polním pokuse v řepářské výrobní oblasti na černozemní půdě pod cukrovkou zjištěno, že obsah nitrátového dusíku od doby před setím cukrovky až do sklizně výrazně klesal. Na variantách s kypřením půdy do hloubky 0,4 m byl před setím a ve fázi 6. listu cukrovky zjištěn vyšší obsah nitrátového dusíku než na variantách oraných. Ke konci vegetace cukrovky již výrazné rozdíly v obsahu nitrátového dusíku vlivem zpracování půdy zjištěny nebyly. Vyšší nitrifikace, způsobená lepším provzdušněním půdy na kypřených variantách, byla zaznamenána jenom na počátku vegetace. Hodnoty obsahu nitrátového dusíku v jednotlivých odběrech při rozdílném organickém hnojení značně kolísaly. Určitá tendence vyššího obsahu nitrátového dusíku v půdě ke konci vegetace byla zjištěna při hnojení kejdou a kejdou + slámou. Nejvyšší obsah nitrátového dusíku ve všech odběrech půdních vzorků byl zjištěn v půdním horizontu 0,6 až 0,9 m. K posunu nitrátového dusíku do tohoto horizontu došlo hlavně přes zimní období a v pozdějším období vegetace je cukrovkou i z tohoto horizontu využíván.

cukrovka; organické hnojení; zpracování půdy; nitrátový dusík

Dusík v půdě se nachází současně v několika formách, které se především vlivem mikrobiální činnosti velmi rychle mění. Cukrovka je typicky nitrátomilná rostlina a odebírá dusík převážně v této formě. Tvorbě nitrátů v půdě a jejich využití rostlinami se věnuje soustavně pozornost. Zpracování půdy, hnojení, střídání plodin a další faktory (pH, humus, hloubka orby) mohou do určité míry nitrifikační procesy v půdě ovlivňovat. Proto jsme v našem pokuse sledovali vliv rozdílného organického hnojení a rozdílného zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku v půdě pod cukrovkou.

Změny obsahu nitrátového dusíku v půdě pod cukrovkou sledoval Bízik (1983), který uvádí, že cukrovka začíná intenzivně přijímat dusík až v červnu, a tak se může projevit intenzivnější průběh nitrifikace nahromaděním dusičnanového dusíku v půdě. V období další vegetace cukrovky, kdy se zrychluje příjem dusíku řepou, dochází v půdě k jeho úbytku. Také Zachar (1987), Miklovič (1988) uvádějí maxima nitrátového dusíku v půdě pod cukrovkou v květnu a červnu a pak následuje v dalším období v půdě jeho pokles. Suchopárek (1984) sledoval obsah mineralizovaného dusíku v půdě v řep-

pařských oblastech na čtyřech stanovištích, v horizontech půdy 0 až 0,3 m, 0,3 až 0,6 m a 0,6 až 0,9 m. Zastoupení dusičnanové formy v celém profilu se pohybovalo od 82 do 93 %. Podíl amonné formy v celém profilu půdy do 0,9 m představoval 7 až 18 %.

MATERIÁL A METODA

Půdní a klimatické podmínky pokusu: Ivanovice na Hané, ře-
pařská výrobní oblast, nadmořská výška 220 m, průměrná roční teplota vzduchu 8,5 °C, průměrné roční srážky 549,8 mm, půdní typ — degradovaná černozem vznik-
lá na spraši, půda — hlinitá. Při sledování agrochemických vlastností půdy po
sklizení cukrovky byla zjištěna v horizontu půdy 0 až 0,3 m zásoba přijatelného
fosforu a draslíku vysoká, v horizontu půdy 0,3 až 0,5 m střední a v celém sledo-
vaném horizontu vysoká zásoba přijatelného hořčíku. Půdní reakce byla neutrální.

Vliv organického hnojení a zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku byl
sledován v letech 1985 až 1987 v půdě pod cukrovkou, pěstovanou v rámci osevní-
ho sledu: cukrovka, jarní ječmen, hrách, ozimá pšenice, a to ve třech horizontech
půdy 0 až 0,3 m, 0,3 až 0,6 m, 0,6 až 0,9 m.

Varianty organického hnojení:

1. chlévský hnůj ($40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$);
2. hovězí kejda ($60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$);
3. sláma ($5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) + hovězí kejda ($50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Obsah živin v použitých organických hnojivech uvádí Hudcová (1987).

Obsah dusíku v letech pokusu (v %):

Roky	Chlévský hnůj	Hovězí kejda	Sláma
Podzim 1984	0,807	0,247	0,691
Podzim 1985	0,621	0,269	0,513
Podzim 1986	0,605	0,265	0,583

Varianty zpracování půdy:

1. podmítka, organické hnojení, střední orba, hluboká orba;
2. podmítka, organické hnojení, střední orba, šikmé kypření.

Hluboká orba byla prováděna tříradličným pluhem na hloubku půdy 0,28 m,
šikmé kypření na hloubku 0,40 m (sklon 45°) dláty VK-PHX připojenými na rám
pluhu PH-1434.

Minerální hnojení k cukrovce v kg čistých živin na 1 ha:

- N — 60 kg na podzim a 60 kg po vyjednocení cukrovky;
P — 60 kg na podzim;
K — 160 kg na podzim.

Dusík byl dodán na podzim v síranu amonném, na jaře v ledku amonném
s vápencem, fosfor v superfosfátu a draslík v draselné soli. V rámci osevního sle-
du bylo k hrachu prováděno vápnění 1,4 t CaO na 1 ha saturačními kaly a 0,12 t
MgO na 1 ha v Kiesseritu.

Obsah nitrátového dusíku byl stanoven v laboratoři VÚRV-OZA v Hrušova-
nech u Brna ze vzorků půdy v původním čerstvém stavu iontově selektivní elektro-
dou podle Senkýře.

Termíny odběru vzorků půdy:

1. před setím;
2. při vytvoření šesti listů;
3. 120 dní po vzejití;
4. před sklizení cukrovky.

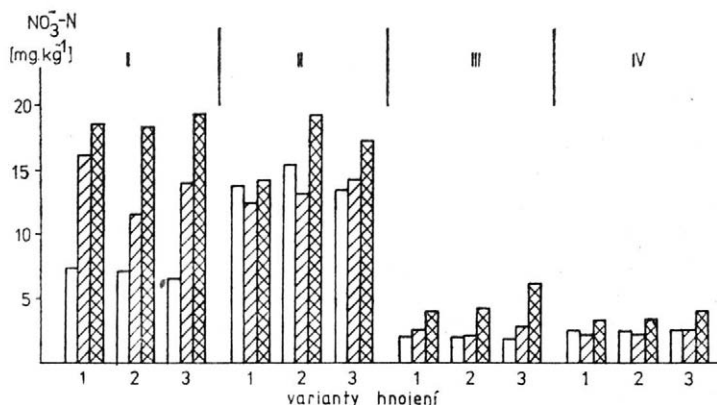
Statistické hodnocení obsahu nitrátového dusíku bylo provedeno analýzou va-
riance. Při průkazném *F*-testu byla vypočtena minimální průkazná difference *D_T*
(Tukeyův test) pro zjištěné hodnoty.

Zjištěné hodnoty vlivu organického hnojení, zpracování půdy, hloubek odběru půdy a sledovaných let na obsah nitrátového dusíku v půdě v jednotlivých odběrech jsou uvedeny v tab. I a grafické znázornění těchto hodnot v jednotlivých horizontech půdy na obr. 1 až 3.

Před setím a při vytvoření 6. listu cukrovky významný vliv rozdílného organického hnojení k cukrovce zjištěn nebyl. Hodnoty obsahu nitrátového dusíku kolísaly, nejvyšší obsah dusíku v půdě před setím cukrovky byl zjištěn při hnojení chlévským hnojem, a to se projevilo hlavně v horizontu půdy 0,3 až 0,6 m. Ve fázi 6. listu cukrovky byl nejvyšší obsah nitrátového dusíku v půdě při hnojení samotnou kejdou, a to v celém sledovaném profilu půdy. Při odběru půdy 120 dní po vzejití cukrovky byl zjištěn významně nejvyšší obsah nitrátového dusíku při hnojení slámou + kejdou a před sklizní byla zjištěna stejná tendence. Toto zvýšení bylo zaznamenáno v horizontu půdy 0,6 až 0,9 m. Posun nitrátového dusíku do spodní vrstvy se projevilo hlavně při hnojení kejdou.

I. Vliv organického hnojení a zpracování půdy, hloubky odběru půdy a sledovaných let pokusu na obsah nitrátového dusíku v jednotlivých odběrech v půdě pod cukrovkou (průměrné hodnoty) — The influence of organic manuring and soil tillage, depth of sampling and the trial years on the content of nitrate nitrogen in soil samplings in the plots with sugar beet (average values)

Sledované znaky		NO ₃ -N (mg.kg ⁻¹)			
		před setím	6. list	120 dní po vzejití	před sklizní
Organické hnojení	chlévký hnůj	14,02	13,55	2,91	2,79
	hovězí kejda	12,43	16,02	2,84	2,80
	sláma + hovězí kejda	13,30	15,05	3,66	3,10
	D _T 0,05	—	—	0,82	—
Zpracování půdy	hluboká orba	12,66	14,08	3,30	2,87
	šikmé kypření	13,84	15,67	2,97	2,89
	D _T 0,05	1,15	—	—	—
Hloubka odběru půdy (m)	0,0—0,3	7,10	14,36	2,02	2,56
	0,3—0,6	13,93	13,25	2,54	2,43
	0,6—0,9	18,74	17,02	4,84	3,69
	D _T 0,05	1,74	3,17	0,84	—
	0,01	2,43	—	1,17	—
Roky pokusu	1985	12,11	16,28	2,14	3,89
	1986	11,05	11,41	2,30	1,77
	1987	16,62	16,94	4,96	3,02
	D _T 0,05	1,74	3,17	0,84	1,49
	0,01	2,43	4,42	1,17	—



1. Vliv hnojení půdy na obsah nitrátového dusíku ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v půdě pod cukrovkou v jednotlivých horizontech odběru půdy — The influence of soil fertilizing on the content of nitrate nitrogen (mg per kg) in the soil under sugar beet in the soil horizons from where the samples were taken

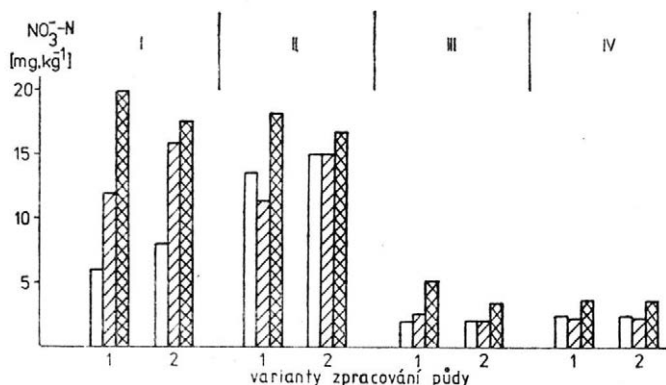
Vysvětlivky k obr. 1 až 3:

□ — horizont půdy 0,0—0,3 m

▨ — horizont půdy 0,3—0,6 m

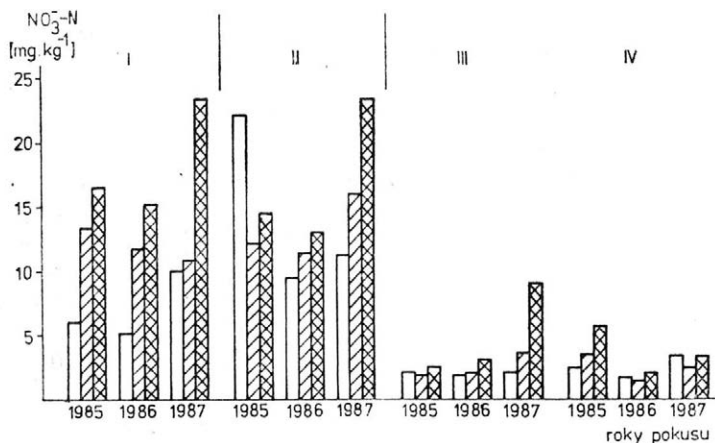
▩ — horizont půdy 0,6—0,9 m

I až IV — termíny odběru vzorků půdy



2. Vliv zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v půdě pod cukrovkou v jednotlivých horizontech odběru půdy — The influence of soil tillage on the content of nitrate nitrogen (mg per kg) in the soil under sugar beet in the soil horizons from where the samples were taken

Významný vliv zpracování půdy na obsah nitrátového dusíku byl zjištěn před setím cukrovky. Na oraných variantách byl významně nižší obsah nitrátového dusíku než na variantách kypřených, a to se projevilo v horizontech půdy 0 až 0,3 m a 0,3 až 0,6 m. V horizontu půdy 0,6 až 0,9 m naopak byl zjištěn vyšší obsah nitrátového dusíku na oraných variantách. Na kypřených variantách, kde se půda prokypřila do větší hloubky, došlo k lepšímu provzdušnění půdy a vyšší nitrifikaci. V horizontu půdy 0,6 až 0,9 m byl zjištěn nejvyšší obsah nitrátového dusíku ve všech odběrech půdy u obou způsobů zpracování půdy.



3. Vliv ročníku na obsah nitrátového dusíku ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) v půdě pod cukrovkou v jednotlivých horizontech odběru půdy — The influence of the year on the content of nitrate nitrogen (mg per kg) in the soil under sugar beet in the soil horizons from where the samples were taken

Při odběru půdy ve fázi 6. listu cukrovky byl naměřen vyšší obsah nitrátového dusíku při kypření půdy oproti orbě, a to také v horizontech půdy 0 až 0,3 m a 0,3 až 0,6 m. V tomto odběru byl zjištěn nejnižší obsah nitrátového dusíku v horizontu půdy 0,3 až 0,6 m, což bylo způsobeno tím, že v roce 1985 (obr. 3), na rozdíl od ostatních let pokusu, bylo hnojení dusíkem po vyjednání cukrovky nedopatřením provedeno před odběrem půdních vzorků, a tak byl v roce 1985 zjištěn vyšší obsah dusíku v horizontu půdy 0 až 0,3 m. Ke konci vegetace cukrovky, 120 dní po vzejití a před sklizní již významné rozdíly v obsahu nitrátového dusíku vlivem zpracování půdy zjištěny nebyly. Vliv rozdílného podzimního zpracování půdy k cukrovce na obsah nitrátového dusíku se tedy projevil na jaře před setím i v 6. listu cukrovky, ale ke konci vegetace se již neprojevil.

Pokles nitrátového dusíku v půdě od doby před setím až do sklizně cukrovky byl zjištěn ve všech sledovaných horizontech půdy. Nejvyšší obsah nitrátového dusíku ve všech odběrech půdy byl zjištěn v horizontu 0,6 až 0,9 m. K posunu nitrátového dusíku v půdě nedošlo významně během vegetace cukrovky, ale hlavně přes zimní období. Rybář a kol. (1985) uvádějí, že kořeny cukrovky dosahují v době sklizně až 1,5 m, a proto tento posun nitrátového dusíku do podorničí je v pozdějším období vegetace i potřebný a je cukrovkou využíván. Nejvyšší kolísání obsahu nitrátového dusíku bylo zaznamenáno v horním orničním horizontu půdy 0 až 0,3 m. Před setím cukrovky, kdy byla nízká teplota půdy, byla i nižší nitrifikace, během vegetace pak z tohoto horizontu probíhal nejintenzivněji i odběr dusíku cukrovkou a také posun do spodnějších vrstev půdy. Suchopárek (1984) uvádí, že pouze necelých 40 % dusíku bylo zjištěno v profilu půdy do 0,3 m. Variabilita půdního dusíku byla velká jak ve sledovaných vrstvách půdy, tak v jednotlivých lokalitách i ročnících. Množství půdního dusíku v jednotlivých horizontech je závislé na stanovišti a teplotních a vláhových poměrech jednotlivých let.

Obsah nitrátového dusíku v půdě před setím cukrovky a ve fázi 6. listu cukrovky se v jednotlivých letech pokusu výrazně neměnil. Při odběru půdy 120 dní po vzejití a před sklizní obsah nitrátového dusíku v půdě výrazně klesl. Stejně zjištění (úbytek dusíku v půdě až do sklizně cukrovky) uvádějí též Bízik [1883], Zachar [1987], Miklovič [1988] a další. Při všech odběrech půdy a ve všech letech pokusu, vyjma roku 1985 ve fázi 6. listu cukrovky, byl zjištěn nejvyšší obsah nitrátového dusíku v půdním horizontu 0,6 až 0,9 m. V roce 1985 byl odběr půdy ve fázi 6. listu cukrovky proveden až po hnojení dusíkem po vyjednocení, na rozdíl od ostatních let pokusu, kdy hnojení dusíkem po vyjednocení bylo provedeno až po odběru půdy ve fázi 6. listu. Tak lze vysvětlit vysoký obsah nitrátového dusíku v horizontech půdy 0 až 0,3 m v tomto roce.

V roce 1987 byl ze sledovaných let zjištěn v půdě nejvyšší obsah nitrátového dusíku až do doby 120 dní po vzejití cukrovky, v tomto roce byly příznivé podmínky pro nitrifikaci. Příznivé rozložení srážek a teplot během celé vegetace způsobily, že v tomto roce byl dosažen nejvyšší výnos bulv ze sledovaných let, a to 63,4 t. ha⁻¹ (48,2 t. ha⁻¹ v roce 1985; 54,8 t. ha⁻¹ v roce 1986). Teplotní a vlhkostní poměry ve sledovaných letech, výnosové a kvalitativní znaky uvádí Hudcová [1987].

ZÁVĚR

V letech 1985 až 1987 byl v polním pokuse v řepařské výrobní oblasti na černozemní půdě pod cukrovkou zjištěn vyšší obsah nitrátového dusíku v počátku vegetace na kypřených variantách oproti oraným. Při hnojení kejdou a kejdou + slámou byla zaznamenána tendence k vyššímu obsahu nitrátového dusíku ke konci vegetace cukrovky oproti hnojení chlévským hnojem. Nejvyšší obsah nitrátového dusíku ve všech odběrech půdy byl naměřen v horizontu půdy 0,6 až 0,9 m. Obsah nitrátového dusíku od doby před setím cukrovky až do sklizně výrazně klesl, což souvisí nejen s jeho příjmem cukrovkou, ale i s denitrifikací a imobilizací dusíku v půdě.

Literatura

- BÍZIK, J.: Minerální dusík v půdě a určovanie dávok dusíka. *Agrochémia*, 1983, č. 8, s. 215-219.
- HUDCOVÁ, M.: Zpracování půdy k cukrovce. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚRV-OZA 1987, s. 45.
- MIKLOVIČ, D.: Riadená výživa cukrovej repy dusíkom a jej odraz na obsah nitrátového dusíka v pôde. In: Zbor. Semin. Pestovanie cukrovej repy, Spišská Nová Ves, 1988, s. 20-25.
- RYBÁČEK, V. a kol.: Cukrovka. Praha, SZN 1985, s. 471.
- SUCHOPÁREK, K.: Ověření metody stanovení optimálních dávek dusíkatých hnojiv k cukrovce podle obsahu minerálního dusíku v půdě. [Závěrečná zpráva.] Praha, ÚKZÚZ 1984, s. 24.
- ZACHAR, M.: Dynamika obsahu anorganického dusíka v půdě počas vegetácie cukrovej repy. *Úroda*, 1987, č. 12, Příl. Čas. Obzor.

Došlo dne 9. 6. 1988

ГУДЦОВА, М. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Рузыне, отдел основной агротехники, Грушованы-у-Брно): Влияние органического удобрения и почвообработки на содержание нитратного азота в почве под свеклой. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 673-680.

В период 1985—87 гг. в ходе полевого опыта в свекловичной области на черноземной почве установили под сах. свеклой, что содержание нитратного азота за период от сева и до уборки заметно понижается. На вариантах с рыхлением до 0,4 м до сева и в фазе 6-го листа отметили больше азота, чем на вспаханных вариантах. К концу вегетации уже столь заметных различий не обнаружили. Повышенная нитрификация, вызванная улучшенной аэрацией почвы на взрыхленных вариантах, установлена лишь в начале вегетации. Величины содержания азота по отдельным взятиям при разном орг. удобрении заметно колебались. Некоторая восходящая тенденция отмечена при удобрении кейдой и кейдой + соломой. Наибольшее же нитратного азота в пробе было в почвенном горизонте 0,6—0,9 м, главное, в зимний период, а позднее в ходе вегетации свекла его из этого горизонта использует.

сахарная свекла; органическое удобрение; почвообработка; нитратный азот

HUDCOVÁ, M. (Research Institute for Crop Production, Praha-Ruzyně, Department of Farming Technology, Hrušovany u Brna): *The Effects of Organic Manuring and Soil Tillage on the Content of Nitrate Nitrogen in the Soil under Sugar Beet*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 673-680.

In 1985-1987 in a field trial conducted on chernozem soil under sugar-beet in a beet-growing region the content of nitrate nitrogen was found to decrease rapidly from the time before sugar-beet sowing to its harvest. In the plots with soil loosening to the depth of 0.4 m, the content of nitrate nitrogen was higher than that in the plots with ploughing. At the end of the growing season of sugar beet no significant differences in the content of nitrate nitrogen were recorded which would be due to soil tillage. Higher nitrification resulting from a better aeration of soil in the loosened plots was observed only at the beginning of vegetation. The contents of nitrate nitrogen fluctuated considerably in soil samplings with respect to different organic manuring. A certain trend of higher nitrate nitrogen content in the soil at the end of vegetation was observed after slurry application and after application of slurry + straw. The highest content of nitrate nitrogen in all soil samples was recorded in the soil horizon of 0.6—0.9 m. Nitrate nitrogen was transported to this horizon mainly during the winter season; in the successive growing season the sugar beet plants took nitrogen also from this horizon.

sugar beet; organic manuring; soil tillage; nitrate nitrogen

HUDCOVÁ, M. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně, Sektion Grundagrotechnik, Hrušovany u Brna): *Einfluß organischer Düngung und der Bodenbearbeitung auf den Nitratstickstoffgehalt im Boden unter Zuckerrübe*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 673-680.

In den Jahren 1985 bis 1987 wurde bei einem Feldversuch in Rübenanbaugebiet auf Schwarzerde unter Zuckerrübe festgestellt, daß der Gehalt an Nitratstickstoff vom Zeitpunkt vor der Zuckerrübensaat an bis zur Ernte markant abnahm. Auf Anbauvarianten mit Bodenlockerung bis 0,4 m Tiefe wurde vor der Aussaat und in der Phase des 6. Blatts ein höherer Nitratstickstoffgehalt festgestellt als auf Varianten, wo gepflügt wurde. Gegen Ende der Vegetationsperiode der Zuckerrübe konnten bereits keine markanteren, auf die Bodenbearbeitungsweise zurückzuführenden Unterschiede des Nitratstickstoffgehalts verzeichnet werden. Die höhere, durch bessere Durchlüftung des Bodens auf gelockerten Böden verursachte Nitrifikation wurde nur am Anfang der Vegetation festgestellt. Die Werte des Nitratstickstoffgehalts in den einzelnen Probenentnahmen bei unterschiedlicher organischer Düngung schwankten beträchtlich. Eine gewisse Tendenz zu höherem Gehalt an Nitratstickstoff im Boden gegen Ende der Vegetation wurde bei Düngung mit Gülle und Gülle + Stroh verzeichnet. Der höchste Nitratstickstoffgehalt unter allen Bodenprobenentnahmen wurde im Bodenhorizont von 0,6 bis 0,9 m festgestellt.

Zur Verschiebung des Nitratstickstoffs in diesen Horizont kam es vor allem während der Winterperiode und in den späteren Vegetationsphasen wird er auch aus diesem Horizont durch die Zuckerrübe verwertet.

Zuckerrübe; organische Düngung; Bodenbearbeitung; Nitratstickstoff

Adresa autorky:

Ing. Marie Hudcová, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, odbor základní agrotechniky, 664 62 Hrušovany u Brna

VLIV DOBY APLIKACE MOČOVINY NA ODBĚR A VYUŽITÍ DUSÍKU OZIMOU PŠENICÍ

V. Vaněk, J. Vostal, D. Čínková, O. Vlková

VANĚK, V. — VOSTAL, J. — ČÍNKOVÁ, D. — VLKOVÁ, O. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Vliv doby aplikace močoviny na odběr a využití dusíku ozimou pšenicí*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 681-688.

V letech 1984 až 1986 byl v mikroparcelovém pokuse s ozimou pšenicí sledován odběr a využití dusíku močoviny. $\text{CO}(\text{^{15}NH}_2)_2$ byla aplikována v celkové dávce dusíku $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ v různé dělených dávkách a v různých obdobích (před setím, brzo na jaře, na počátku sloupkování a metání). Odběr dusíku zrnem a slámou byl značně závislý na ročníku — více byl ovlivněn odběr půdního dusíku než odběr dusíku hnojiva. Za tři roky pokusu se využití dusíku močoviny pohybovalo okolo 40 % aplikované dávky, a to 30 % zrnem a 10 % slámou. Pouze při předsetevém jednorázovém hnojení bylo využití nižší. Po aplikaci močoviny v období metání bylo nalezeno méně dusíku hnojiva v zrnu, ale více ve slámě. V půdě bylo po skončení pokusu stanoveno okolo 33 % dusíku hnojiva, při podzimním jednorázovém hnojení však jen 24 %.

ozimá pšenice; odběr dusíku; využití dusíku močoviny

Otázkám výživy a hnojení ozimé pšenice dusíkem je v posledních letech věnována značná pozornost. Výzkum je zaměřen na určení vhodné dávky i formy dusíku, doby a způsobu aplikace i vlivu dusíkatého hnojení na kvalitu produkce.

Pomocí hnojiv se stabilním izotopem ^{15}N bylo možno lépe sledovat a upřesňovat bilanci dusíku hnojiva v půdě a rostlině (Hamid, 1972; Smirnov, 1977; Lopatník, Hraško, 1978; Knop, Vaněk, 1980; Malcev, 1985 aj.). Z většiny citovaných prací vyplývá, že využití dusíku hnojiv obilninami v přirozených půdních podmínkách je značně ovlivňováno ekologickými podmínkami, dávkou a formou dusíku i dobou aplikace hnojiva, ale většinou se pohybuje okolo 40 %, v nádobových a modelových pokusech je podstatně vyšší, většinou nad 60 % (Smirnov, 1977; Knop et al., 1985; Müller et al., 1986 aj.). Je také patrné, že dusíkatým hnojením se mobilizuje půdní dusík, který využívají rostliny, a naopak část dusíku hnojiv přechází do půdních zásob.

V předloženém příspěvku jsou uvedeny výsledky sledování vlivu doby aplikace a dělení dávky močoviny na odběr dusíku, využití dusíku hnojiva rostlinami a bilanci dusíku hnojiva.

MATERIÁL A METODA

V letech 1983 až 1986 byl v areálu VŠZ v Praze-Suchdole uskutečněn mikroparcelový pokus. Mikroparcely měly plochu $0,05 \text{ m}^2$ a byly vytvořeny zapuštěním pevně spletených stěn hranolů o rozměrech $20 \times 25 \text{ cm}$ do hloubky 40 cm. Pokusnou plodinou byla ozimá pšenice, odrůda Slavia, pěstovaná tři roky na jednom stanovišti (středně těžká hnědozem v řepářské výrobní oblasti).

Varianta	Celková dávka N (kg . ha ⁻¹)	Doba aplikace močoviny	Opakování		
			1	2	3
			N (kg . ha ⁻¹)		
1	0	—	—	—	—
2	150	Z	150*	150*	150
3	150	Z	75*	75*	75
		R	75	75*	75*
4	150	Z	50*	50	50
		R	50	50*	50
		P	50	50	50*
5	150	R	150*	150*	150
6	150	R	75*	75*	75
		P	75	75*	75*
7	150	R	50*	50	50
		P	50	50*	50
		K	50	50	50*

* aplikována močovina s ¹⁵N

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

Hnojení fosforem a draslíkem v dávce 0,21 a 0,5 g na parcelku v superfosfátu a draselné soli bylo uskutečněno vždy před setím. Dusík byl aplikován v močovině v celkové dávce 0,75 g na parcelku ve formě roztoku, což odpovídalo dávce dusíku 150 kg/ha. Termíny aplikace a dávky dusíku v močovině a aplikace močoviny s ¹⁵N (obohacení 20 atom % ¹⁵N) je uvedeno v tab. I.

Každoročně v znu a slámě a po uplynutí tříletého období pokusu i v půdě byl zjištěn obsah ¹⁵N. K analýze bylo použito bromnanové metody a vlastní analýzy byly uskutečněny na přístroji NOI 5.

Využití dusíku z hnojiva bylo vypočteno podle množství zjištěného ¹⁵N a je uváděno v procentech aplikované dávky dusíku. Bližší údaje o podmínkách pokusu a výnosových výsledcích uvádějí Vostál et al. (1989).

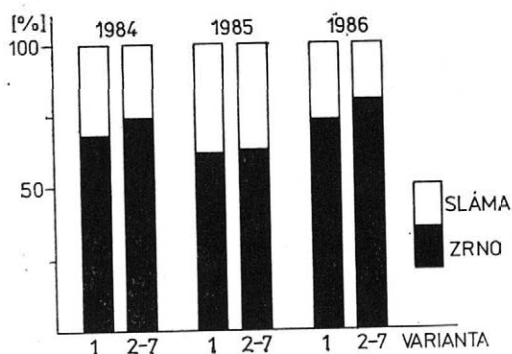
VÝSLEDKY

Odběr dusíku zrnem a slámou měl různou úroveň v jednotlivých letech (tab. II). Vzhledem k tomu, že obsah dusíku ve slámě i znu byl u většiny variant na stejné úrovni, byl pro odběr dusíku rozhodující výnos zrna a slámy. Nejvyšší odběr dusíku byl zaznamenán v roce 1985 a naopak nejnižší v roce 1986. V přepočtu na 1 ha činil odběr dusíku sklizní 113 kg . ha⁻¹ u dusíkem nehnojené varianty a 159 až 192 kg . ha⁻¹ u variant hnojených dusíkem.

Obr. 1 znázorňuje zastoupení dusíku v znu a ve slámě v procentech z celkového odběru. I zde se projevil značně vliv ročníku. Vysoký výnos slámy v roce 1985 ovlivnil relativně nižší zastoupení dusíku v znu oproti ostatním pokusným letům. Dále je patrné vyšší zastoupení du-

Varianta	Produkt	Pokusný rok			Celkem za 3 roky
		1984	1985	1986	
1	zrno	380	568	161	1109
	sláma	181	349	61	591
	celkem	561	917	222	1700
2	zrno	630	797	438	1865
	sláma	240	466	84	790
	celkem	870	1263	522	2655
3	zrno	823	754	490	2067
	sláma	300	438	77	815
	celkem	1123	1192	567	2887
4	zrno	683	789	502	1974
	sláma	241	393	119	753
	celkem	924	1182	621	2727
5	zrno	706	744	480	1930
	sláma	260	486	125	901
	celkem	966	1230	605	2801
6	zrno	704	777	444	1925
	sláma	233	471	139	843
	celkem	937	1248	583	2768
7	zrno	599	634	446	1679
	sláma	199	374	138	711
	celkem	798	1008	584	2390

síku v zrně u variant hnojených dusíkem, což se dá vysvětlit jednak tím, že po dusíkatém hnojení se zvýšil více výnos zrna než slámy, a jednak tím, že obsah dusíku se více zvýšil v zrně než ve slámě. Za tři roky pokusu činil odběr dusíku zrnem u nehnojené varianty 65 % a u dusíkem hnojených variant 70,5 % celkového odběru dusíku.



1. Odběr dusíku zrnem a slámou — Nitrogen uptake by the grains and stems

III. Odběr dusíku z půdy a hnojiva (mg N na 0,05 m²) a zastoupení dusíku hnojiva per 0.05 m²) and share of fertilizer nitrogen (%) in the total uptake of nitrogen

Hnojení	Produkt	Pokusný rok				
		1984			1985	
		odběr (mg N)		% N z hnojiva	odběr (mg N)	
		z půdy	z hnojiva		z půdy	z hnojiva
Podzim (var. 2)	zrno	457	173	27,5	609	188
	sláma	187	53	22,1	398	68
	celkem	644	226	26,0	1007	256
Jaro (var. 5)	zrno	473	233	33,0	526	218
	sláma	170	90	34,6	396	90
	celkem	643	323	33,4	922	308

Použití močoviny s ¹⁵N umožnilo rozlišení dusíku hnojiva a ostatního dusíku (především půdního). V tab. III jsou uvedeny údaje variant 2 a 5, u kterých byla celá dávka dusíku aplikována v močovině s ¹⁵N. Byly zjištěny velké rozdíly v odběru v jednotlivých letech, zejména u odběru dusíku z půdy. Vysoký odběr půdního dusíku byl zjištěn v roce 1985, tedy v druhém roce pokusu, a naopak nejnižší v roce 1986. Mezi hnojenými variantami nebyl v odběru dusíku z půdy velký rozdíl. Z porovnání odběru dusíku z půdy u kontrolní varianty 1 (tab. II) a variant s dusíkatým hnojením (tab. III) je zřejmé, že dusíkaté hnojení působilo na uvolnění půdního dusíku a rostliny přijaly více půdního dusíku. Z údajů tab. III je dále patrné, že odběr dusíku z hnojiva byl ovlivněn ročníkem, ale i dobou aplikace močoviny. Podstatně vyšší odběr dusíku z hnojiva byl zjištěn u varianty hnojené na jaře. Zastoupení dusíku hnojiva v celkovém dusíku zrna bylo diferencováno podle ročníku a doby aplikace močoviny a pohybovalo se v rozmezí 23,6 až 34,4 %. Zcela jednoznačně vyšší zastoupení bylo zaznamenáno u varianty hnojené na jaře, u které průměr za tři roky činil 31,9 %; u varianty s podzimní aplikací to bylo jen 25 % celkového odběru dusíku. Ve slámě bylo zastoupení dusíku hnojiva nižší a činilo průměrně 18,2 % u varianty 2 a 24,1 % u varianty 5. Zastoupení dusíku hnojiva v celkovém množství dusíku odebraného nadzemní biomasou představovalo 23 % u varianty 2 a 29,5 % u varianty 5. Uvedené údaje poukazují na to, že na sledovaném stanovišti má na tvorbě biomasy rozhodující podíl půdní dusík (okolo 70 %).

Na základě analýz ¹⁵N bylo vypočteno využití dusíku hnojiva ozimou pšenicí. V tab. IV jsou uvedeny údaje pro varianty 2 a 5, ze kterých vyplývá, že podmínky pokusného roku i doba aplikace ovlivňují využití dusíku hnojiva. K vyššímu využití dusíku docházelo v prvních dvou letech pokusu. Třetím rokem nastalo výrazné snížení využití dusíku hnojiva, zvláště při předseťové aplikaci hnojiva. Průměrné využití dusíku hnojiva za tři roky při různých dávkách dusíku a době aplikace je uvedeno v tab. V. Je možné konstatovat nižší využití dusíku zrnem i slámou při

Pokusný rok				Celkem odběr za 3 roky		
	1986					
% N z hnojiva	odběr (mg N)		% N z hnojiva	z půdy	z hnojiva	% N z hnojiva
	z půdy	z hnojiva				
23,6	333	105	24,0	1399	466	25,0
14,6	61	23	27,4	646	144	18,2
20,3	394	128	24,5	2045	610	23,0
29,3	315	165	34,4	1314	616	31,9
18,5	95	30	24,0	661	210	24,1
25,0	410	195	32,2	1975	826	29,5

IV. Využití dusíku močoviny ozimou pšenicí při jednorázové dávce dusíku 150 kg .ha⁻¹ (podle ¹⁵N analýz — % dodaného N) — Urea nitrogen utilization by winter wheat plants after application of a single rate of 150 kg per ha (according to ¹⁵N analyses — % of applied N)

Hnojení	Produkt	Pokusný rok			Průměr
		1984	1985	1986	
Podzim (var. 2)	zrno	23	25	14	21
	sláma	7	9	3	6
	celkem	30	34	17	27
Jaro (var. 5)	zrno	31	29	22	27
	sláma	12	12	4	9
	celkem	43	41	26	36

V. Využití dusíku močoviny ozimou pšenicí; průměr za tři pokusné roky (podle ¹⁵N analýz — % dodaného N) — Urea nitrogen utilization by winter wheat plants; average values over three experimental years (according to ¹⁵N analyses — % of applied N)

Hnojení	Dávka N (kg .ha ⁻¹)					
	150		75		50	
	zrno	sláma	zrno	sláma	zrno	sláma
Základní	21	6	30	10	29	9
Regenerační	27	9	28	10	30	10
Produkční	—	—	32	10	30	10
Kvalitativní	—	—	—	—	23	16

VI. Dusík z hnojiv zjištěný v půdě po třech letech pokusů (podle ^{15}N analýz — % dodaného N) — Fertilizer nitrogen determined in the soil after the three years of the trials (according to ^{15}N analyses — % of applied N)

Hnojení	Dávka N ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)		
	150	75	50
Základní	24	34	34
Regenerační	32	33	34
Produkční	—	32	32
Kvalitativní	—	—	35

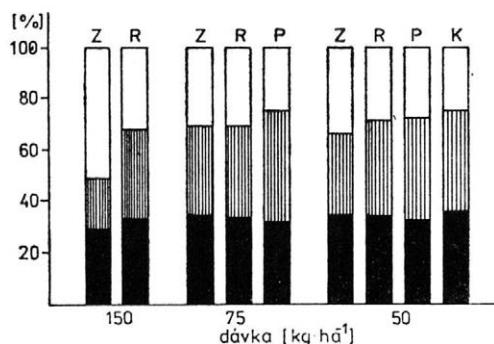
předseťovém hnojení vysokou dávkou dusíku a dále zrnem při pozdním kvalitativním hnojení. Vyšší využití dusíku je při regeneračním a produkčním hnojení, kde v zrně bylo stanoveno okolo 30 % a ve slámě okolo 10 % dodaného dusíku. Více dusíku hnojiva, stanoveného ve slámě při pozdním kvalitativním hnojení, ukazuje na to, že rostliny nestačily část přijatého dusíku využít a přetransportovat do zrna.

Po sklizni pšenice třetím rokem byla analyzována půda na obsah organického a minerálního dusíku a ^{15}N . Celkový obsah organického dusíku vykazoval velmi vyrovnané hodnoty a pohyboval se v rozmezí 0,15 až 0,16 %. Obsah minerálního dusíku byl velmi nízký. Podle analýz ^{15}N bylo vypočteno množství dusíku hnojiva vázaného v půdě (tab. VI). Uváděné hodnoty ukazují, že v půdě bylo většinou nalezeno okolo jedné třetiny aplikovaného dusíku. Pouze při jednorázovém hnojení na podzim bylo v půdě zjištěno jen 24 % dodaného dusíku.

Celková bilance dusíku hnojiva při různých dávkách dusíku a době aplikace je znázorněna na obr. 2. V rostlinách a v půdě bylo nalezeno 70 až 75 % dusíku hnojiva, při dávce dusíku 150 kg/ha při základním hnojení však jen okolo 50 %.

DISKUSE

Dosažené výsledky ukazují na značné ovlivnění odběru dusíku průběhem povětrnosti v jednotlivých pokusných letech, a to jak půdního dusíku, tak dusíku hnojiva. Protože odběr dusíku i ostatních živin ko-



2. Bilance dusíku hnojiva při různých dávkách a době aplikace $\text{CO}^{(15)}\text{NH}_2$ — Fertilizer nitrogen balance at various application rates and dates in $\text{CO}^{(15)}\text{NH}_2$

Doba aplikace: Z — základní (před setím)

R — regenerační (ve fázi Fe 3)

P — produkční (ve fázi Fe 5)

K — kvalitativní (ve fázi Fe 10)

Dusík z hnojiva: □ nezjištěný

▨ v rostlinách

■ v půdě

responduje s výnosem zrna [Vostal et al., 1989], je zřejmé, že povětrnostní podmínky, ovlivňující biologickou činnost půdy, významně působí na výnos i kvalitu zrna pšenice.

Na základě analýz ^{15}N bylo zjištěno, že dusík hnojiva v době sklizně pšenice tvoří asi 30 % celkově odebraného dusíku nadzemní biomasy. Na sledovaném stanovišti byl tedy rozhodujícím zdrojem dusíku pro rostliny půdní dusík, a proto je pro praktické hnojařské zásahy potřebné rozšířit naše znalosti o dynamice přeměn dusíku v půdách, o množství potenciálně uvolnitelného dusíku v půdě a o podmínkách, ovlivňujících uvolňování půdního dusíku, zejména na úrodných stanovištích, kde půdní dusík představuje významný zdroj dusíku pro rostliny i celý ekosystém. Potvrdily se údaje o tom, že dusíkaté hnojení působí na uvolnění půdního dusíku, tzv. priming effect [Aleksic et al., 1968; Sukov, 1982; Knop et al., 1985; Müller et al., 1986 aj.].

Využití dusíku močoviny ozimou pšenicí bylo závislé na dávce a době aplikace hnojiva. Při hnojení během vegetace se pohybovalo okolo 40 % dodaného dusíku. Tyto výsledky jsou ve shodě s údaji, které uvádějí Smirnov [1977], Balabanova — Georgieva [1972], Malcev [1985] aj.

Při bilanci dusíku hnojiva je patrné, že u většiny variant bylo v nadzemní biomase a v půdě nalezeno 70 až 75 % aplikovaného dusíku. Podobné výsledky uvádějí Mouchová et al. [1983, 1986]. I když jde o neúplnou bilanci (není zahrnut dusík nižších horizontů, fixovaný $\text{NH}_4^+\text{-N}$) a také je možné připustit drobné nepřesnosti analytické chyby, lze předpokládat, že větší část nezjištěného dusíku jsou ztráty.

Literatura

- ALEKSIC, Z. — BROESHART, H. — MIDDELBOE, V.: The effect of nitrogen fertilization on the release of soil nitrogen. *Pl. and Soil*, 29, 1968, s. 474-478.
- BALABANOVA-GEORGIEVA, R.: Ispolzuvane na azota ot beljazan s ^{15}N karbamid pri uslovijata na polski mikroopiti s pšenica. *Počv. i Agrochim.*, 7, 1972, č. 2, s. 51-60.
- HAMID, A.: Efficiency of N uptake by wheat as affected by time and rate of application, using ^{15}N -labelled ammonium sulphate and sodium nitrate. *Pl. and Soil*, 37, 1972, s. 389-394.
- KNOP, K. — VANĚK, V.: Soděržani je mineralnogo azota v počvach posle udobrenija $^{15}\text{NH}_4$ $^{15}\text{NO}_3$ i $\text{CO}(^{15}\text{NH}_2)_2$ i usvojenie azota rastenijami. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 12, 1980, č. 2, s. 93-102.
- KNOP, K. — BALÍK, J. — VANĚK, V. — TLUSTOŠ, P.: Bilance dusíku močoviny a dusičnanu amonného s využitím ^{15}N po hnojení jarní pšenice. *Rostl. Výr.*, 31, 1985, č. 4, s. 353-360.
- LOPATNÍK, J. — HRAŠKO, J.: Využitie dusíka rastlinami. *Agrochémia*, 18, 1978, s. 175-178.
- MALCEV, V. T.: Ispolzovanie mečennogo azota pšenicej iz različnych form udobrenij pri poverchnostnom i lokalnom sposobach vněsenija. *Agrochimija*, 1985, č. 6, s. 3-11.
- MOUCHOVÁ, H. — APLTAUER, J. — MATZEL, W. — LIPPOLD, H.: Bilance N v půdě a rostlině při hnojení ozimé pšenice dusíkem s ^{15}N . In: *Sbor. Českoslov. Akad. zeměd.*, 1983, č. 69, s. 74-79.
- MOUCHOVÁ, H. — LIPPOLD, H. — MATZEL, W. — APLTAUER, J.: Přijem azota ozimou pšenicej i posledujuščími kulturami iz udobrenij pri odnorazovych i razdělnych dozach azota i ispolzovanii inhibitorov nitrifikacii v polevych modelnych opytach. In: *Sbor. Konf. Dusík — hnojiva — půda — rostlina*, Praha, 1986, s. 116-119.
- MÜLLER, S. — HERBST, F. — WEIGERT, I.: Umsatz von ^{15}N -markiertem Ammonnitrat im Gefäßversuch mit Winterweizen. *Arch. Acker-Pfl.-Bau Bodenkde*, 30, 1986, s. 235-242.

SMIRNOV, P. M.: Problemy azota v zemleděli i rezultaty issledovania s ^{15}N . Agrochimija, 1977, č. 1, s. 3-25.

SUKOV, A. A.: Balans azota udobrenij pri sistematičeskom ich vněsenii. Agrochimija, 1982, č. 1, 3-8.

VOSTAL, J. — VANĚK, V. — BALÍK, J. — HUSA, J.: Vliv doby aplikace močovin na výnos pšenice ozimé. Rostl. Výr., 35, 1989, č. 6, s. 655-664.

Došlo dne 3. 3. 1988

ВАНЕК, В. — ВОСТАЛ, Й. — ЧИНКОВА, Д. — ВЛКОВА, О. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Влияние срока внесения мочевины на усвоение и использование азота озимой пшеницей. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 681-688.

В период 1984—86 гг. в ходе мелкоделаночного опыта с оз. пшеницей изучали усвоение и использование азота мочевины. $\text{CO}(\text{N}_2)_2$ вносили по норме 150 kg N ha^{-1} в разных дозах и сроках (до высева, ранней весной, в начале выхода в трубку и выметания). Отбор азота зерном и соломой зависит от года сева, причем сильнее из почвы, чем из удобрения. За 3 опытных года азот мочевины использовался на 40 % внесенной дозы (30 % зерном и 10 % соломой). Только при разовом удобрении до сева он использовался в меньшей мере. После внесения же мочевины в период выметания было меньше азота в зерне и больше в соломе. В почве по окончании опыта оказалось 33 % азота удобрений, а после разового внесения осенью — лишь 24 %.

озимая пшеница; отбор азота; использование азота мочевины

VANĚK, V. — VOSTAL, J. — ČINKOVÁ, D. — VLKOVÁ, O. (University of Agriculture, Praha): The Influence of the Time of Urea Application on Nitrogen Uptake and Utilization by Winter Wheat Plants. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 681-688.

Urea nitrogen uptake and utilization by winter wheat plants were studied in 1984—1986. $\text{CO}(\text{N}_2)_2$ was applied at a total nitrogen amount of 150 kg per ha : the split rates were applied on different dates (before sowing, in early spring, at the beginning of shooting and heading). Nitrogen uptake by the grain and stems was largely dependent on the year — the influence was greater on the uptake of soil nitrogen than on the fertilizer nitrogen uptake. Over the three years of the trial urea nitrogen utilization made about 40 % of the applied rate: 30 % by grain and 10 % by stems. The nitrogen utilization was lower if a single rate of nitrogen was applied before sowing. After urea application at the stage of heading the grain contained less fertilizer nitrogen, the stems had higher contents of nitrogen. After the termination of the trial, about 33 % of fertilizer nitrogen were found in the soil, after an autumn single rate it was only 24 %.

winter wheat; nitrogen uptake; urea nitrogen utilization

VANĚK, V. — VOSTAL, J. — ČINKOVÁ, D. — VLKOVÁ, O. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): Einfluß des Applikationstermins von Harnstoff auf die Stickstoffentnahme und -verwertung durch Winterweizen. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 681-688.

In den Jahren 1984 bis 1986 wurde bei einem Mikroparzellenversuch mit Winterweizen die Entnahme und Verwertung des Harnstoffstickstoffs untersucht. $\text{CO}(\text{N}_2)_2$ wurde in einer Gesamtstickstoffgabe von 150 kg ha^{-1} , in verschieden verteilten Gaben und verschiedenen Zeiträumen (vor der Aussaat, im zeitigen Frühjahr, zu Beginn des Schossens und Ährenschiebens) appliziert. Die Stickstoffentnahme durch Korn und Stroh war in beträchtlichem Maße vom Jahrgang abhängig — als mehr beeinflußt erschienen die Entnahmen des Bodenstickstoffs als die des Stickstoffs aus dem Dünger. Während der drei Versuchsjahre bewegte sich die Verwertung des Harnstoffstickstoffs um etwa 40 % der applizierten Dosis u. zw. in etwa 30 % durch das Korn und 10 % durch Stroh. Nur bei der einmaligen Düngung vor der Aussaat war die Verwertung niedriger. Nach einer Harnstoffapplikation zum Zeitpunkt des Ährenschiebens wurde weniger Düngerstickstoff im Korn, dagegen jedoch mehr im Stroh gefunden. Im Boden wurden nach Beendigung des Versuchs etwa 33 % des Düngerstickstoffs ermittelt, nach einmaliger Herbstdüngung waren es jedoch nur 24 %.

Winterweizen; Stickstoffentnahme; Verwertung des Harnstoffstickstoffs

Adresa autorů:

Ing. Václav Vaněk, CSc., doc. ing. Josef Vostal, CSc., ing. Dana Čínková, ing. Olga Vlčková, Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

J. Foltýn, M. Škorpík, I. Prášil

FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M. — PRÁŠIL, I. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně): *Dynamika tvorby produktivních stébel a internodií pšenice (*Triticum aestivum* L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 689-702.

Pokusy byly prováděny s čs. odrůdami jarní pšenice Jara (vyšší stéblo, větší list, bez jarovizačního nároku) a Rena (nižší stéblo, menší list, s malým jarovizačním nárokem); obě odrůdy vytvářejí každoročně čtyři a pět nadzemních internodií (i) stébla. Po namoření osiva chlormequatem došlo v polním pokusu ke zkrácení stébla, přičemž poměry délek (i) zůstaly totožné. V dalších pokusech se lhůty setí kombinovaly s rozdílnou hloubkou setí (pokus *výsev*) nebo se v růstové etapě čtyř listů najednou vysazovaly rostliny do té doby se vyvíjející za různých teplot (pokus *boxy*). V řídkém sponu (50 rostlin na 1 m²) rostliny vytvářely (v převažujících skupinách jednotlivých variant) od čtyř do devíti produktivních odnoží; poměr počtu odnoží odrůd Jara a Rena byl kolem 70 %, což odpovídá víceletému průměru poměrné velikosti horních dvou listů na stéble těchto odrůd. S časovým pořadím klasu na rostlině souvisí délka stébla, ale nesouvisí počet (i) stébla. O počtu (i) rozhoduje výška založení koncového kolénka prvního (i) zdola: u stébel s vyšším počtem (i) se založí níže; tato stébla bývají delší. Hloubka setí neměla na počet (i) vliv, termín setí se projevil jen u odrůdy Jara. Zatímco v pokusu *výsev* byl počet stébel s různým počtem (i) vyrovnán, pak v pokusu *boxy* (s kratšími stébly) výrazně převažoval počet čtyři (i). Dědičný základ délky stébla tkví hlavně v délce prvního nadzemního (i) a zahrnuje též počet (i) stébla. U odrůd pšenice s variabilním počtem (i) o výsledku rozhodují životní podmínky autonomních odnoží.

pšenice; produktivní stéblo; internodia

V předchozích pracích, věnovaných problematice stavby produktivního stébla pšenice, jsme sledovali výsledné údaje o parametrech internodií, tedy statiku stébel v porostu. Již z nalezené číselné řady, jíž se podřizuje plán stavby pšeničného stébla, bylo zřejmé, že v případech stejné délky stébla se při rozdílném počtu internodií musí prvé kolénko vícečlánekového stébla zakládat níže než na stéble o menším počtu článků. Ke sledování dynamiky tvorby stébla jsme proto vybrali odrůdy, u nichž se každoročně i na jedné víceklasé rostlině nalézají stébla s nestejným počtem internodií a metodiku pokusů orientovali na časový sled produktivních odnoží.

MATERIÁL A METODA

Základními pokusnými odrůdami byly jarky čs. sortimentu Jara a Rena s vyrovnanou velikostí zrna (HTZ = 44 g), přičemž odrůda Rena je asi o 20 cm kratší, má menší list a lehčí klas (tj. vyšší produktivní hustotu) a je až o tři dny

pozdější v důsledku jistého jarovizačního nároku. Obě odrůdy mají v polních porostech u produktivních stébel shodně čtyři nebo pět internodií. V šesti různých pokusech, prováděných s odrůdami Jara a Rena v Praze-Ruzyni (1980 až 1987), představovala plocha čepeli horních dvou listů na stéble odrůdy Rena v průměru jen 68 %, těže plochy odrůdy Jara; výška porostu odrůdy Rena v průměru nedosahovala 80 % výšky porostu odrůdy Jara.

Délka koleoptile byla zjišťována na klíčidlech za teploty 20 °C, a to buď ve tmě (tma) nebo při normálním světelném dnu (den — noc). Moření osiva jsme provedli v 1 % roztoku chlormequatu (Retacel) po dobu 3 h s následným prosušením osiva, ošetření osiva kyselinou gibberelovou 0.01 %, roztokem GA₃ s dalším doléváním téhož roztoku. Pokusy probíhaly ve dvou sériích s odběrem po sto klíčcích.

Polní pokus s mořením osiva chlormequatem je z VÚRV v Praze-Ruzyni z roku 1986. Osivo bylo zlehka namořeno neředěným obchodním Retacelem (cca 50 % chlormequat) a prosušeno. Selo se koncem března, ručně, do sponu (250 rostlin na 1 m²), na hloubku 3 cm. Metání obou odrůd proběhlo téměř současně, rostliny z mořného osiva metaly s dvou denním zpožděním. Po odkvětu byly rostliny vytrhány s kořeny. Před měřením byly (podle možnosti) rostliny od sebe odděleny a postupně na nich měřena všechna produktivní stébla (bez ohledu na počet na rostlině) až do celkového počtu 60 stébel v každé variantě. Měřili jsme stéblo od klasu až po odnožovací uzel, každé internodium s přesností 1 mm; k tomu délku klasu a počet klásků v klasu. Vzniklo vždy po dvou skupinách buď se čtyřmi, nebo pěti internodií stébla (v daném ročníku činilo u obou odrůd zastoupení čtyřinternodiových stébel nezávisle na ošetření 70 až 80 %). K průměrným hodnotám každé subvarianty (čtyři, pět internodií) byl známou metodou (Aleksandrija, Tarverdjan, 1976) vypočten tg α pravoúhlého trojúhelníku, kde odvěsna b (myšlena na zemi) má celkovou délku stébla (bez klasu), zatímco odvěsna a postupně narůstá od paty stébla výše k prvním, druhým atd. kolénkům. Hodnota zjištěných úhlů byla převedena na procenta (Foltýn et al., 1988).

Vegetační pokus (výsev) s odrůdami Jara a Rena byl založen v roce 1987 v rychlirně (studený skleník) VÚRV v Praze-Ruzyni. Selo se do půdy v přesném sponu výsevkem 125 rostlin na 1 m², a to na hloubku 2 nebo 6 cm: I. výsev velmi časně (27. 2.); II. výsev v době, kdy se u rostlin z výsevu prvního, setých na hloubku 2 cm, objevil třetí lístek (9. 4.). Vedle zálivky a sledování fenologie byly v době odnožení odebrány vzorky rostlin ke změření délky odnožovacího oddenku (z každé pokusné varianty 30 rostlin) s přesností na 1 mm. Na počátku sloupkování bylo v jednom termínu společném pro celý pokus na každém z osmi řádků varianty ponecháno po pěti rostlinách (ostatní vystříhány), což odpovídá počtu 50 rostlin na 1 m². V době metání se každodenně na klasy jednotlivých rostlin navěšovaly různobarevné visáčky, označující pořadí klasů. Po odkvětu byly rostliny vytrhány ze země a každá zvlášť svázána; při měření internodií stébel (polní pokus) bylo rozborováno po deseti rostlinách každé pokusné varianty, a to ze skupiny o typickém počtu stébel na rostlině (v případě, že do počtu chyběly např. dvě rostliny, vzaly se tyto ze skupiny o jedno stéblo vyšší, aniž se poslední stéblo uvažovalo).

Pokus boxy byl s odrůdami jarní pšenice Jara a Rena proveden v roce 1987 ve čtyřech variantách, v nichž počáteční vývoj rostlin probíhal v boxech při různých teplotách: 20 °C; 20 → 15 °C; 15 → 20 °C; 15 °C a světelném dnu 14 h; poté byly rostliny v jednom termínu přesazeny do půdy (rychlirna), do dvouřádkového řídkého sponu. Postupné nasazování bedniček s naklíčeným osivem do příslušných boxů se stálou teplotou (resp. jejich přemístování) bylo datováno na základě poznatků, že u odrůdy bez jarovizačních nároků (Jara) potřebná suma denních teplot do III. etapy organogeneze představuje 350 °C a od III. etapy do začátku VI. etapy dalších 180 °C a že v průměru let uvedené odrůdy v polních podmínkách nastupují do VI. etapy organogeneze kolem 20. 5. Skutečné vysazení rostlin bylo provedeno 20. 5. V důsledku vysokých teplot a nižší intenzity osvětlení byly rostliny z boxů silně vytážené; proto byla horní třetina všech listů odštířena a rostliny po přesazení přivázány ke špejlím (jednotlivě). Další postup (značení metajících klasů, sklizeň rostlin a způsob měření) byl obdobný jako u pokusu výsev.

Doplňkovým pokusem byl výsev odrůdy Jara do hrnců s omezenou úživnou plochou (15 cm² na rostlinu), s teplotami po celou vegetaci (do vymetání) kolem 20 °C, a to buď za podmínek letního světelného dne, nebo zimního dne, přičemž se v zimní variantě po dobu přirozeného světelného dne rostliny přisvětlovaly stolní lampou.

Výsledky pokusů *výsev* i *boxy* byly zpracovány nejprve do pomocných tabulek (každá pokusná varianta zvlášť) a z těchto pak sestavovány tabulky přehledné (vážené průměry), v nichž byly (podle odrůd) postupně uvedeny údaje o produktivních stéblech v časovém pořadí prvních, druhých atd. Statistické hodnocení jsme provedli metodou *t*-testu pro posouzení rozdílnosti průměrů a výpočtem korelačních koeficientů pro hledání závislostí. V souborných tabulkách (za odrůdy již jen s dělením podle počtu internodií) se srovnávaly konkrétní hodnoty úhlů α_i s ideálním plánem daným řadou 1 — 3 — 6 — 10 (stébla se čtyřmi internodií) a 1 — 3 — 6 — 10 — 15 (stébla s pěti internodií).

VÝSLEDKY

Délky koleoptile jsou zachyceny v tab. I. Při stejném počtu internodií (čtyři, pět) má vyšší odrůda (Jara) také delší koleoptile. U obou odrůd je délka koleoptile z pokusu ve tmě větší než z pokusu na světle. Namoření osiva chlormequatem vedlo u obou odrůd ke zkrácení koleoptile (ve tmě i na světle), naproti tomu ošetření kyselinou gibberelovou k prodloužení.

Výsledky polního pokusu s mořením osiva Retacelem obsahuje tab. II. Chlormequat způsobil u obou odrůd zkrácení stébela asi o 10 cm. Stébela s pěti internodií (v kontrolní variantě i po aplikaci CCC) byla vždy delší než stébela se čtyřmi internodií. Procentuální zastoupení úhlů α na celkové délce stébela bylo v daném ročníku u odrůdy Jara o něco nižší, u odrůdy Rena pak o málo vyšší, takže průměr obou odrůd se jak u čtyřinternodiových, tak u pětiinternodiových stébel prakticky kryje s teoreticky vypočtenými hodnotami (Foltýn et al., 1988). S ohledem na účel zakládaného pokusu je nejdůležitější zjištění, že v rámci odrůdy jsou procentuální hodnoty úhlů α v kontrolní variantě i po ošetření osiva chlormequatem totožné.

Z pokusu *výsev* uvádíme nejprve výsledky vlivu hloubky setí na

I. Délka koleoptile odrůd jarní pšenice Jara a Rena, zjištěná z osiva kontrolního a namořeného roztokem chlormequatu nebo ošetřeného kyselinou gibberelovou, při klíčení ve tmě a na denním režimu — Coleoptile lengths in the spring wheat varieties Jara and Rena, determined in control seed and in seed treated with chlormequat or gibberellic acid; dark germination or daylight germination

Odrůda	Varianta	Délka koleoptile v cm (20 °C) Petriho misky	
		tma	den — noc
Jara	GA ₃	6,60	5,18
	kontrola	6,27	4,81
	CCC	4,67	3,11
Rena	GA ₃	4,64	3,80
	kontrola	4,47	3,55
	CCC	3,82	2,77
Ø odrůd	GA ₃	5,62	4,49
	kontrola	5,37	4,18
	CCC	4,25	2,94

II. Délka stébla (bez klasu) odrůd Jara a Rena a procentuální zastoupení hodnot úhlu α pro nadzemní internodia (čtyři nebo pět stébel) v porostech kontrolních a po namoření osiva chlormequatem; za průměrem odrůd uvedeny teoretické hodnoty procentuálního zastoupení úhlu α — Stem height (without spike) in the Jara and Rena varieties and the percentage of the values of angle α for the aboveground internodes (four or five stems) in control stands and after chlormequat treatment; theoretical values of the percentage of the values of angle α follow the varietal average

Odrůda	Počet (i)	K v CCC	Internodium					Délka stébla bez klasu (cm)
			I.	II.	III.	IV.	V.	
Jara	4	K	10,0	29,3	60,2	100	—	81,2
		CCC	11,3	30,0	60,7	100	—	73,1
	5	K	4,9	18,0	36,7	65,3	100	86,4
		CCC	5,5	18,2	37,8	67,1	100	81,8
Rena	4	K	13,5	34,0	63,1	100	—	63,4
		CCC	13,5	34,2	62,9	100	—	55,0
	5	K	7,8	23,3	45,0	70,0	100	69,4
		CCC	6,9	22,7	43,3	71,3	100	57,9
Ø odrůd	4	K	11,8	31,7	61,7	100	—	72,3
		CCC	12,4	32,1	61,8	100	—	64,1
	5	K	6,4	20,7	40,9	67,7	100	77,9
		CCC	6,2	20,5	40,6	69,2	100	69,9
Teoretická hodnota	4	—	10	30	60	100	—	—
	5	—	6,7	20	40	67	100	—

tvorbu a délku odnožovacího oddenku (tab. III). Při mělkém setí (2 cm) se odnožovací oddenek netvoří, při hlubokém setí (6 cm) se u odrůdy Jara tvořil pravidelně, u odrůdy Rena v převažujícím počtu; u odrůdy Rena se běžněji vyskytují případy kombinovaných rostlin, tj. jak s oddenkem, tak i s odnožemi zakládány od semene. Odrůda Jara měla také odnožovací oddenek v průměru delší než odrůda Rena, což odpovídá parametrům koleoptile i nadzemních internodií stébla (obr. 1).

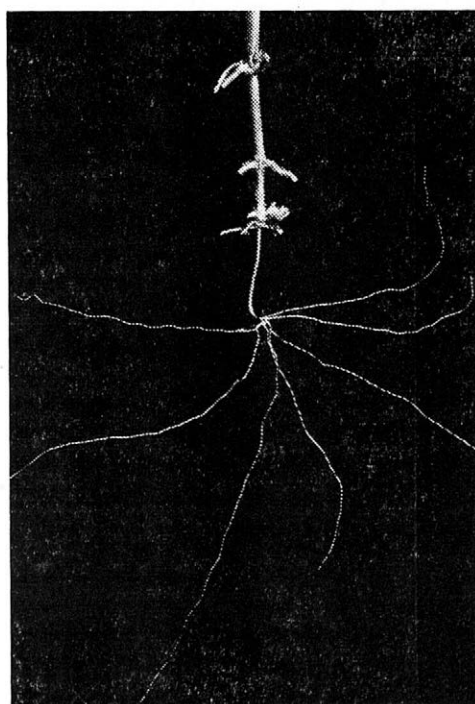
Rostliny z II. termínu setí se vyvíjely za vyšších teplot, tudíž — měřeno počtem dní — rychleji, takže rozdíl v době metání oproti I. výsevu činil jen deset dní. Obě odrůdy Jara a Rena metaly v I. výsevu společně, ve II. výsevu odrůda Rena s dvoudenním zpožděním. Rozdíly mezi hloubkou setí, zřetelné z počátku růstu, se v době metání prakticky vyrovnaly.

Velké rozdíly — měřeno převládající skupinou rostlin o určitém počtu produktivních stébel ve variantě — se projevily u odrůdy, termínu setí a hloubky setí (tab. IV) — též v pokuse boxy. V osmi variantách pokusu (výsev a boxy) kolísal počet klasů na rostlinu v jedné variantě odrůd Jara/Rena v poměru od 4/6 a 6/9 (= 67 %) do 4/5 (= 80 %), přičemž průměr tohoto poměru za všech osm variant byl 71 %, což odpovídá vztahu velikosti listů obou odrůd. Při stejném počtu rostlin na

III. Zastoupení rostlin s odnožovacím oddenkem (případně kombinovaných) a délka odnožovacího oddenku u dvou odrůd jarní pšenice ze dvou termínů setí a z hloubek setí 2 a 6 cm — Proportions of plants with tillering rootstock (or of combined plants) and the lengths of tillering rootstock in the plants of two spring wheat varieties with two sowing dates and sowing depths of 2 and 6 cm

Odrůda		Jara				Rena			
Pořadí výsevu		I.		II.		I.		II.	
Hloubka setí (cm)		2	6	2	6	2	6	2	6
% rostlin	s oddenkem	0	92	0	97	0	81	0	66
	bez oddenku	100	8	100	3	100	19	100	14
	kombinovaných	0	13	0	17	0	50	0	33
Délka odnožovacího oddenku (cm)	průměr z celkového počtu rostlin	—	2,64	—	2,23	—	1,64	—	1,14
	průměr z rostlin s oddenkem	—	2,88	—	3,30	—	2,02	—	2,06
	maximum	—	4,80	—	4,00	—	3,50	—	3,10

ploše odpovídá počet produktivních stébel na rostlinu u odrůd s velkým a malým listem poměru ploch horních dvou listů na stéble. Hluběji se-té rostliny produktivně odnožily méně. Rozdíly v produktivním odnožení



1. Dolní část produktivního stébla jarní pšenice odrůdy Jara, hloubka setí 6 cm: zárodečné kořínky, odnožovací oddenek, zóna odnožování a fragmenty korunkových kořínků a počátek prvního nadzemního internodia — Bottom part of a fertile stem of spring wheat cv. Jara, sowing depth 6 cm: primordial roots, tillering rootstock, tillering zone, fragments of coronal roots and the onset of the first aboveground internode

IV. Převládající počet produktivních odnoží na rostlině u dvou odrůd jarní pšenice v pokusu *výsev* (200 cm² na rostlinu) ze dvou termínů a ze dvou hloubek setí a dále v pokusu *boxy* s různou denní teplotou za vegetace do fáze čtyř listů — Dominant number of fertile tillers per plant in two varieties of winter wheat in the trial sowing (200 cm² per plant) — two sowing dates and two sowing depths, and in the trial boxes — different daily temperatures during growth to the stage of four leaves

Odrůda	Pokus						
	<i>výsev</i>			<i>boxy</i>			
	termín setí	hloubka setí (cm)		teplota počátku vegetace (°C)			
		2	6	20	20→15	15→20	15
Jara	I.	5	4	4	4	3	5
	II.	6	5				
Rena	I.	7	5	6	6	4	7
	II.	9	7				

ve variantách s termíny setí souvisí s jednotným termínem umělého zředení porostu.

Do pokusu *boxy* byly použity rostliny obou odrůd a ze všech variant se čtyřmi listy (neodnožující), přičemž vývojově ve všech variantách byla odrůda Jara v V. etapě organogeneze, kdežto odrůda Rena ve II. etapě [projev jarovizačního nároku ověřeného jarovizačním pokusem]. V metání odrůda Rena zaostala o tři (15 °C) až osm dní (20 °C). Převládajícími skupinami rostlin o určitém počtu klasů byly ve variantě při 20 °C odrůdy Jara/Rena v poměru 4/6 a ve variantě při 15 °C v poměru 5/7.

Z pokusů *výsev* vyplynuly tyto závěry (tab. V): S časovým pořadím klasu na rostlině souvisí délka stébla; počet klásků v klasu vykazoval závislost u odrůdy Rena, u odrůdy Jara nikoli. S časovým pořadím klasu nesouvisí počet internodií stébla, ani jejich parametry (úhel α_i %). O počtu internodií na stéble rozhoduje výška založení koncového kolénka prvního internodia zdola: u stébel s pěti internodii se založí níže, u stébel se čtyřmi internodii výše. S počtem internodií souvisí délka stébla (bez klasu). Počet internodií neovlivnil počet klásků v klasu. Hloubka setí neměla na počet internodií vliv, zatímco termín setí se projevil kladně u odrůdy Jara, u odrůdy Rena nikoli.

V pokusech *boxy* (tab. VI) — bez momentů hloubka a termín setí — byla situace analogická s malou odchylkou v případě souvislosti délky stébla s počtem internodií, kde byla zjištěna jen kladná tendence závislosti. Rozdíl mezi oběma pokusy byl v průměrné délce stébla: v pokusu *boxy* byly v průměru odrůd nižší hodnoty ca o 40 % u čtyř internodií a 25 % u pěti internodií. Zatímco v pokusu *výsev* bylo zastoupení pětiinternodiových stébel 55% [Jara] a 40% [Rena] — tedy vyrovnané — pak v pokusu *boxy* analogicky tvořilo jen 12 a 29 %. Sumář výsledků za obě odrůdy z obou typů pokusů představuje tab. VII.

V doplňkovém pokusu (*hrnce*) s odrůdou Jara za vysoké teploty

V. Parametry internodií (úhel α_i ‰) produktivních stébel dvou odrůd jarní pšenice z pokusu *výsev* (časové pořadí klasu, počet internodií, počet členů) a dále délka stébla (bez klasu a s klasem) a počet klásků v klasu — Parameters of internodes (angle α_i ‰) of fertile stems in two spring wheat varieties from the trial *sowing* (time order of the spike, internode number, number of members), and stem height (without and with spike) and the number of spikelets per spike

Odrůda	Pořadí klasu	Počet (i)	Počet členů	Internodium					Délka stébla (cm)		Počet klásků v klasu
				I.	II.	III.	IV.	V.	bez klasu	s klasem	
Jara	1.	4	23	8,7	25,8	55,3	100	—	83,8	96,6	18,2
		5	17	5,7	18,9	36,4	64,3	100	93,0	105,3	15,3
	2.	4	27	10,4	28,3	59,5	100	—	80,3	92,7	18,4
		5	13	6,0	20,1	39,2	66,9	100	88,6	101,1	18,9
	3.	4	16	11,8	31,4	60,4	100	—	79,4	91,9	19,4
		5	24	6,6	20,2	39,0	66,9	100	88,9	100,9	18,5
	4.	4	10	12,2	32,6	63,3	100	—	77,1	89,0	18,2
		5	30	7,5	22,6	43,5	69,5	100	87,5	98,7	18,5
	5.	4	12	10,0	34,3	63,5	100	—	73,6	83,8	18,0
		5	18	6,5	22,4	42,8	69,9	100	80,6	91,0	18,4
	6.	4	2	12,3	30,5	60,3	100	—	81,1	93,3	20,0
		5	8	5,7	23,0	43,1	71,5	100	77,3	87,6	17,5
	cel-kem	4	90	10,7	29,5	59,5	100	—	79,8	92,0	18,5
		5	110	6,5	21,1	40,7	68,0	100	86,9	98,4	18,0
Rena	1.	4	13	13,3	33,1	59,6	100	—	65,4	76,0	16,8
		5	27	6,9	21,5	41,5	65,4	100	71,7	82,3	16,9
	2.	4	29	13,3	33,6	60,8	100	—	63,5	74,1	17,1
		5	11	7,4	22,6	41,4	65,6	100	69,9	80,5	16,9
	3	4	20	12,7	33,3	60,6	100	—	61,7	72,3	16,4
		5	20	6,9	21,8	42,8	66,4	100	70,8	81,0	16,7
	4.	4	30	13,2	33,8	60,5	100	—	61,5	72,0	16,4
		5	10	7,6	23,4	43,7	66,8	100	71,0	81,3	16,8
	5.	4	22	14,3	37,2	62,3	100	—	61,4	71,3	16,4
		5	18	5,2	20,7	42,7	65,4	100	63,4	73,2	15,8
	6.	4	19	15,3	37,8	63,0	100	—	59,1	68,4	15,4
		5	11	6,2	23,8	44,2	66,9	100	64,1	73,4	15,1
	7.	4	24	15,6	37,7	63,3	100	—	58,0	67,1	14,7
		5	6	7,7	27,1	47,5	71,8	100	59,0	67,7	15,0
	8.	4	3	15,6	38,1	64,6	100	—	52,1	61,1	14,0
		5	7	5,9	23,9	45,1	70,8	100	62,2	70,6	13,7
	9.	4	7	16,5	38,2	66,4	100	—	55,1	63,3	13,7
		5	3	4,6	23,9	43,6	68,8	100	59,5	67,3	12,7
	cel-kem	4	167	14,0	35,3	61,7	100	—	60,9	70,9	16,0
		5	113	6,6	22,4	42,9	66,6	100	67,7	77,6	16,1

VI. Parametry internodií (úhel α_i ‰) produktivních stébel dvou odrůd jarní pšenice z pokusu *boxy* (časové pořadí klasu, počet internodií, počet členů) a dále délka stébla (bez klasu a s klasem) a počet klásků v klasu — Parameters of internodes (angle α_i ‰) of fertile stems in two spring wheat varieties from the trial boxes (time order of the spike, internode number, number of members), and stem height (without and with spike) and the number of spikelets per spike

Odrůda	Pořadí klasu	Počet (i)	Počet členů	Internodium					Délka stébla (cm)		Počet klásků v klasu
				I.	II.	III.	IV.	V.	bez klasu	s klasem	
Jara	1.	4	38	7,5	22,8	51,6	100	—	63,3	73,3	14,2
		5	2	3,8	14,8	34,3	62,1	100	77,5	89,5	17,0
	2.	4	34	8,2	27,0	56,7	100	—	62,3	72,9	15,4
		5	6	5,4	18,2	38,2	65,1	100	69,5	80,0	15,0
	3.	4	36	9,4	29,6	61,6	100	—	57,1	66,6	14,6
		5	4	5,7	22,4	43,9	70,0	100	62,3	72,8	16,0
	4.	4	27	10,2	29,8	63,5	100	—	50,7	59,4	13,9
		5	3	3,7	18,3	42,3	74,9	100	51,3	59,3	15,3
	5.	4	6	11,3	30,6	63,1	100	—	58,1	67,8	16,3
		5	4	4,3	20,5	43,8	77,6	100	53,7	62,6	15,5
	celkem	4	141	8,8	27,0	57,9	100	—	58,9	68,6	14,6
		5	19	4,8	19,1	40,5	69,4	100	62,6	72,5	15,6
Rena	1.	4	11	14,1	35,7	63,7	100	—	58,4	68,7	17,3
		5	29	8,1	23,9	44,2	68,2	100	62,2	72,1	16,8
	2.	4	36	13,1	34,7	61,1	100	—	53,6	63,8	16,9
		5	4	6,2	22,1	44,5	68,1	100	56,5	66,3	17,0
	3.	4	32	12,4	34,9	63,1	100	—	50,4	60,0	16,2
		5	8	6,3	39,9	45,1	70,3	100	55,8	65,5	17,3
	4.	4	33	12,7	35,0	64,1	100	—	48,0	57,2	15,2
		5	7	5,9	22,7	45,5	72,2	100	53,1	62,9	16,6
	5.	4	24	11,7	33,5	64,8	100	—	44,3	53,4	15,6
		5	6	8,8	25,9	47,3	74,0	100	53,5	61,2	14,0
	6.	4	23	13,7	36,0	65,5	100	—	41,7	50,2	14,2
		5	7	4,9	20,5	44,7	71,3	100	47,9	56,1	14,9
	7.	4	5	7,7	29,4	60,6	100	—	42,7	51,5	13,6
		5	5	8,3	21,7	43,4	74,9	100	43,2	50,4	11,6
	celkem	4	164	12,7	34,7	63,3	100	—	48,8	58,3	15,8
		5	66	7,1	23,2	44,7	70,1	100	56,4	65,6	16,0

a letního světelného dne byla stébla neodnožených rostlin ještě o 15 % kratší než v pokusu *boxy*, avšak naprostá většina stébel byla pětiinternodiových (17 z 20).

Opakování předchozího pokusu při stejných teplotách (20 °C) za krátkého zimního dne (pokus založen v listopadu) vedlo k prodlouže-

Typ pokusu	Počet (i)	Počet členů	Internodium					Délka stébla (cm)		Počet klásků v klasu
			I.	II.	III.	IV.	V.	bez klasu	s klasem	
Výsev	4	257	12,7	32,9	60,8	100	—	67,5	78,3	16,9
	5	223	6,6	21,7	41,7	67,3	100	77,2	87,9	17,0
Boxy	4	305	10,7	30,9	60,6	100	—	53,4	63,1	15,2
	5	85	6,6	22,2	43,7	69,9	100	57,8	67,2	15,9
Celkem	4	562	11,7	31,9	60,7	100	—	59,9	70,0	16,0
	5	308	6,6	21,8	42,1	67,9	100	71,8	82,1	16,7

ní období setí — metání na více než dvojnásobek (s nástupem do IV. etapy organogeneze až na počátku jara), s vyšším počtem růžicových listů na neodnoženém stéble a s počtem nadzemních internodií (u několika přeživších rostlin) šest až sedm (tedy více, než se zjišťuje v přirozených podmínkách časného jarního výsevu).

DISKUSE

Vzhledem k definici růstu vše, co roste, musí mít jistou velikost. Růst stébla začíná klíčkem. V rámci odrůdy roste s velikostí zrna v časovém intervalu počet i délka zárodečných kořínek a také délka klíčků; poněvadž však počet zárodečných kořínek je odrůdový znak pšenice (na velikosti zrna nezávislý), je odrůdovým znakem i délka klíčku (Foltýn, 1971). Odrůdy s delším stéblem mají i delší klíček (Ball, Szunics, 1976).

Počátek odnožovacího uzlu je v době vzcházení pšenice u semene, k největšímu růstu odnožovacího oddenku dochází od fáze prvního do druhého listu, zatímco k počátku odnožování (čtvrtý list) je již hloubka odnožovacího uzlu stabilizována (Mitropolenko, 1984). Délka odnožovacího oddenku je odrůdový znak, který není vázán na výšku rostlin (Gul, Allan, 1978). Délka odnožovacího oddenku je s délkou koleoptile v těsné vazbě (Allan, Pritchett, 1973). A protože délka koleoptile souvisí s délkou prvního internodia (Nefedov, Pylnev, 1982), vysvětluje se skutečnost, že hodnoty nadzemních parametrů stébla mohou být totožné u krátkostéblené odrůdy s malým počtem internodií a u dlouhostéblené s velkým počtem internodií; naproti tomu při stejném počtu internodií stébla budou hodnoty koleoptile a prvního internodia (a tedy i odnožovacího oddenku) u odrůdy s delším stéblem vyšší než u odrůdy s kratším stéblem (Foltýn, Tábořská, 1988). Proto také se oproti běžně zjišťované vzájemné závislosti délky koleoptile, rychlosti vzcházení a délky stébla vyskytují ve velkých souborech odrůd výjimky (Chowdhry, Allan, 1966).

Délka koleoptile se měnila ve velkém souboru odrůd pšenice podle

teploty: 10; 20 a 30 °C odpovídaly průměrné délky > 4, > 3,5 a < 3 cm (Bhatt, Sheedi, 1986). Jestliže však v rozmezí řady let kolísala průměrná hloubka založení odnožovacího uzlu ozimých pšenic jen v rozmezí $2,2 \pm 0,4$ cm pod povrchem (Kirjan, 1984), potvrzují se zkušenosti, že s hlubším setím se hlavně prodlužuje odnožovací oddenek (Nosatovskij, 1957). Na větší zahlobení odnožovacího uzlu má vliv nižší teplota, lepší osvětlení, těžší půda, přiměřená vláhá a řidší porost (Kuperman, 1950).

Zkrácení odnožovacího oddenku se dociluje namořením osiva retardantem růstu, např. chlormequatem, čímž se zahlobí odnožovací uzel prakticky na hloubku setí a na podzemní části stébela se vytváří další patro korunkových kořínků (Foltýn, 1974).

Odnožovací uzel by měl být nazýván zónou odnožování, neboť je tvořen zkrácenými, nahloučenými internodii (Serebrjaka, 1969). Obilnina má sedm až 15 internodií, ale jen pět až šest prodloužených (Kirby, Appleyard, 1984). Počet internodií odnožovacího uzlu odpovídá počtu listů přizemní růžice rostliny a většinou se kryje s počtem nadzemních fytofér (Kozlečkov, 1987).

Listy se na stéble ozimé pšenice tvoří v konstantním poměru (na základě denních stupňů), prakticky u všech odrůd stejně (Hunt, Chapleau, 1986). Vzhledem ke způsobu tvorby vegetativní fytoféry obilnin platí, že s kratšími internodii souvisí i kratší listy (Ščerbina, Borisova, 1975). Po namoření osiva chlormequatem byly první listy oproti kontrolním rostlinám kratší (Foltýn, 1974).

Nástup odnožování (jarky) se zdržuje u severních i jižních odrůd kratším dnem a snížením intenzity osvětlení (Kločková, 1985). Počet odnoží na rostlině (s dostatečným prostorem), který je vyšší za nižších teplot a při vyšší úrovni osvětlení (Kornějev, Djubin, 1984), roste řadou Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13...), přičemž odnožování se završuje prodlužováním prvního internodia stébela — hrbolek vrcholového klásku na vegetačním vrcholu (Kirby et al., 1985a). Pro přežití potřebuje odnož od etapy založení terminálního klásku do květu asimiláty (Roy, Gallagher, 1984). Hmota odumírajících odnoží je za normálních podmínek velmi malým dílem hmotnosti plodiny a navíc část asimilátů a polovina dusíkatých látek z odumírajících odnoží se rostlinami reutilizuje (Thorne, Wood, 1987).

V oblastech postihovaných jarním suchem je pro výnos ozimé pšenice rozhodující stupeň přežití odnoží. zajišťující přiměřenou produktivní hustotu porostu (Belford et al., 1986).

Výsevek (2,25; 4,50; 6,75 mil. zrn na 1 ha) se na celkové variabilitě výnosů ozimé i jarní pšenice podílel velmi málo (0,3 %), výrazně však ovlivňoval výnosovou strukturu (Dotlačil, Toman, 1987). Počet produktivních stébel na rostlinu je v porostu odrůdový znak (Dewey, 1985). Jestliže fotosyntetické procesy odrůd pšenice ve stejných prostorových podmínkách a ve stejném prostředí nejeví podstatné rozdíly, produkují rostliny obdobné množství nadzemní biomasy, což se u odrůdy nižší a s menšími listy projeví v rychlejším tempu tvorby odnoží a nakonec — v důsledku druhového optima aktivní zelené plochy vztažené k ploše půdy — ve větším počtu produktivních odnoží na rostlinu (Foltýn, Škorpík, 1986).

Při opožděném setí se snižuje nejen délka stébela, ale i počet inter-

nodí (Kirby et al., 1985b). Raný nástup jara vede u ozimé pšenice k vytvoření vyššího počtu internodií stébla (Medinec, 1982). Z pokusů, ve kterých se sledovaly lhůty setí jařin, vysvítá, že vyšší teploty a delší den urychlují vývoj rostlin, což zapříčiňuje snížení hmoty vegetativních i generativních orgánů (Waloszky, Focke, 1980). Potenciál pšeničného porostu je z velké části založen v prvních dvou až třech týdnech po zasetí, kdy mají být všechny agronomické aspekty optimalizovány (Rawson, 1986). Z modelu porostové dynamiky vysvítá, že asymetrie (skewness) hmotnosti rostliny je v počátečním stadiu růstu negativní, avšak získává pozitivní hodnotu, jakmile se porost zahušťuje (Hara, 1986).

Prodloužení jarovizace vede k prodloužení stébla ozimé pšenice bez zvýšení počtu internodií (Blondon, Morris, 1985). Jisté zpomalení počátečního vývoje jarní pšenice, způsobené genetickým založením reakce na teplotu, vede k vyššímu výnosu zrna na rostlinu (Stelmach, 1987).

Delší den (u odrůd pšenice citlivých na délku dne) urychluje vývoj, takže se na stéble tvoří méně listů (Holmes, 1973). Nižší intenzita světla nejen zpomaluje vývoj, ale též snižuje hodnoty parametrů stébla a klasu (Rahman et al., 1977). Osvětlenost vzházející pšenice má vliv na architekturu produktivního stébla, neboť působení světla v I. a II. etapě organogeneze určovalo jeho vlastnosti (Šulgin et al., 1986). Počet fytofér i u jarní pšenice je spjat s délkou I. a II. etapy organogeneze vzrůstného vrcholu (Chotyleva et al., 1984). Čím je počet dnů do metání vyšší, tím více listů se tvoří na pšeničném stéble (Pugsley, 1971).

Naše zjištění, že po ošetření osiva pšenice chlormequatem jsou poměry délek internodií rostlin ošetřených a kontrolních (vyšších) totožné, se kryje s poznatkem získaným s odrůdou Kolibri (Lovett, Kirby, 1971); po našem přepočtu reálných hodnot vzhledem k teoretickému procentuálnímu zastoupení úhlů α všech internodií docházíme opět ke shodě. Analogické poměry byly zaznamenány v případě s opakovaným použitím stimulatoru růstu (kyseliny gibberelové) v době po vzejití, kdy kontrolní rostliny odrůd Burt a Kharkov MC 22 byly kratší; poměr délek internodií zůstal opět zachován (Allan et al., 1959).

Naproti tomu, když byl retardant růstu (chlormequat) použit na několik novošlechtěných ozimé pšenice před sloupkováním, došlo u ošetřených (zkrácených) rostlin ke snížení podílu délek všech internodií s výjimkou vrcholového, jehož absolutní délka se oproti kontrole průkazně nezkrátila (Foltýn et al., 1988). Nasazením růstových látek na počátku vegetace se poměry délek internodií stébla pšenice nemění, během vegetace však ano.

Literatura

- ALEKSANDRJAN, V. V. — TARVERDJAN, A. P.: Raspredelenije uzlov po vysoťe stěblej zlakovyh. Dokl. VASCHNIL, 1976, č. 1, s. 6-9.
- ALLAN, R. E. — PRITCHETT, J. A.: Inheritance and association of subcrown-internode length with coleoptile and culm length in a winter wheat cross. Crop. Sci., 13, 1973, č. 5, s. 639-641.
- ALLAN, R. E. — VOGEL, O. A. — CRADOCK, J. C.: Comparative response to gibberellic acid of dwarf, semidwarf, and standard short and tall winter wheat varieties. Agron. J., 51, 1959, č. 12, s. 737-740.

- BALLA, L. — SZUNICZ, L.: Búzafajták és hibridek növény magasságának, csirae és koleoptilhosszúságának korrelációja. Növényterm., 25, 1976, č. 1-7.
- BELFORD, R. K. et al.: Studies of intact shoot-root system of field-grown winter wheat. I. Sampling techniques. Agron. J., 78, 1986, č. 5, s. 757-760.
- BHATT, G. M. — SHEEDI, S. M.: Sensitivity of wheat coleoptile to variation in temperature. Cereal Res. Commun., 14, 1986, č. 2, s. 155-160.
- BLONDON, F. — MORRIS, M.: Actions en phytotron de la vernalisation et d'éclairissements forts sur la structure de l'épi de deux variétés de blé tendre d'hiver (*Triticum aestivum* L.). Agronomie, 5, 1985, č. 9, s. 785-794.
- DEWEY, W. G.: Tillering relationships between spaced and densely sown populations of spring and winter wheat. Crop Sci., 25, 1985, č. 2, s. 245-249.
- DOTLAČIL, L. — TOMAN, K.: Vliv výsevu na stabilitu a strukturu výnosů u typově odlišných odrůd pšenice. Rostl. Výr., 33, 1987, č. 10, s. 1029-1038.
- FOLTÝN, J.: Sortovye različija v količestve pervičnyh koreškov u ozimoj pšenicy. In: Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Výr. Praha-Ruzyně, 17, 1971, s. 251-255.
- FOLTÝN, J.: Complex steeping of the seed of winter wheat for the agricultural practice. In: Věd. Práce Výzk. Úst. rostl. Výr. Praha-Ruzyně, 18, 1974, s. 103-110.
- FOLTÝN, J. — ROGALEWICZ, V. — TÁBORSKÁ, J.: Zákonitost růstu nadzemních internodií produktivního stébela pšenice. Genet. a Šlecht., 24, 1988, č. 1, s. 1-13.
- FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M.: Vliv podmínek prostředí a typu odrůdy na autoregulaci produktivního odnožení jarní pšenice při odstupňované úživné ploše rostlin. Rostl. Výr., 32, 1986, č. 1, s. 89-96.
- FOLTÝN, J. — TÁBORSKÁ, J.: Závislost délky koleoptile na délkových parametrech stébela pšenice. Genet. a Šlecht., 24, 1988, č. 2, s. 107-114.
- GUL, A. — ALLAN, R. E.: Inheritance of subcrown internode length, crown depth, and crown-tissue regrowth in a winter wheat cross. Crop Sci., 18, 1978, č. 3, s. 438-440.
- HARA, T.: Growth of individuals in plant populations. Ann. Bot., 57, 1986, č. 1, s. 55-58.
- HOLMES, D. P.: Inflorescence development of semidwarf and standard height wheat cultivars in different photoperiod and nitrogen treatments. Can. J. Bot., 51, 1973, č. 5, s. 941-956.
- HUNT, L. A. — CHAPLEAU, A. M.: Primordia and leaf production in winter wheat, triticale, and rye under field conditions. Can. J. Bot., 64, 1986, č. 9, s. 1972-1976.
- CHOTYLEVA, L. V. et al.: Genetičeskij kontrol morfofiziologičeskich i fiziologo-biochemičeskich processov u jarovoj pšenicy. Nauka i Techn. (Minsk), 1984.
- CHOWDHRY, A. R. — ALLAN, R. E.: Culm length and differential development of the coleoptile, root and subcrown internode of near-isogenic wheat lines. Crop Sci., 6, 1966, č. 1, s. 49-51.
- KIRBY, E. J. M. — APPLEYARD, M.: Cereal plant development and its relation to crop management. In: E. J. GALLAGHER: Cereal Production. London, Butterworth 1984, s. 161-173.
- KIRBY, E. J. M. — APPLEYARD, M. — FELLOWES, G.: Leaf emergence and tillering in barley and wheat. Agronomia, 5, 1985a, č. 3, s. 193-200.
- KIRBY, E. J. M. — APPLEYARD, M. — FELLOWES, G.: Variation in development of wheat and barley in response to sowing date and variety. J. Agric. Sci., 104, 1985b, č. 2, s. 383-396.
- KIRJAN, M. V.: Zimostojkost obrazcov ozimoj prenicy v zavisimosti ot glubiny zaleganiya uzla kuščenija. Nauč.-techn. Bjull. VIR Leningrad, 1984, č. 146, s. 39-43.
- KLOČKOVA, M. P.: Vlijaniye intensivnosti sveta na rost i razvitiye pšenicy. In: Fiziologija zakonomernosti ontogeneza i produktivnosti rastěnij. Leningrad, ANII 1985, s. 41-48.
- KORNĚJEV, V. A. — DJUBIN, V. N.: Osenněje kuščenije ozimoj pšenicy v zavisimosti ot temperatury i sveta. In: Ustojčivost sortov... Tr. prikl. Bot. Genet. Selek. VIR Leningrad, 87, 1984, s. 9-13.
- KOZLEČKOV, G. A.: Struktura glavnogo pobega pšenicy kak otaženiye vlijaniya generativnyh elementov na vegetativnyje. Dokl. VASCHNIL, 1987, č. 1, s. 6-8.
- KUPERMAN, F. M.: Biologičeskije osnovy kultury pšenicy. Moskva, MGU 1950.
- LOVETT, J. V. — KORBÝ, E. J. M.: The effect of plant population and CCC on spring wheat varieties with and without a dwarfing gene. J. agric. Sci., 77, 1971, č. 3, s. 499-510.

- MEDINEC, V. D.: Vesenneje razvitije i produktivnost ozimych chlebov. Moskva, Kolos 1982.
- MITROPOLENKO, A. I.: Vlijanije urovnja razvitija rastenij ozimoj pšenicy na skorost rosta epikotile i glubinu založenija uzla kuščenija. Dokl. VASCHNIL, 1984, č. 5, s. 14-15.
- NEFEDOV, A. V. — PYLNEV, V. V.: Izmenenije struktury stěblja i dliny koleoptile u ozimoj pšenicy v processe selekcii. Nauč.-techn. Bjull. VSGI Odessa, 45, 1982, č. 3, s. 6-11.
- NOSATOVSKIJ, A. I.: Biologija pšenicy. In: P. M. ŽUKOVSKIJ: Pšenica v SSSR. Moskva, Leningrad, Selchozgiz 1957, s. 123-201.
- PUGSLEY, A. T.: A genetic analysis of the spring-winter habit of growth in wheat. Austral. J. agric. Res., 22, 1971, č. 1, s. 21-31.
- RAHMAN, M. S. — WILSON, J. H. — AITKEN, Y.: Determination of spikelet number in wheat. II. Effect of varying light level on ear development. Austral. J. agric. Res., 28, 1977, č. 4, s. 575-581.
- RAWSON, H. M.: High-temperature-tolerant wheat: a description of variation and a search for some limitations to productivity. Field Crop Res., 14, 1986, s. 197-212.
- ROY, S. K. — GALLAGHER, J. N.: Production and survival of wheat tillers in relation to plant growth and development. In: Wheat growth and modelling (Abstr.) Bristol, Long Aston Res. St. Univ. 1984, s. 9.
- SEREBRJAKOVA, T. I.: O ritmičnosti v strukture i ontogeneze pobegov u zlakov. Bjull. Mosk. Obšč. Ispyt Prir. Otd. Biol., 74, 1969, č. 4, s. 60-71.
- STELMACH, A. F.: Genetičeskiye efekty lokusov Vrn 1-3 i specifičeskoje deystvije dominantnogo Vrn 3 allelja u mjakgoj pšenicy. Citol. i Genet., 21, 1987, č. 4, s. 278-286.
- ŠČERBINA, I. P. — BORISOVA, N. I.: O někotorych zakonomernostjach sootnošenija razmerov listjev i meždouzlij sortov pšenicy a raznoj dlinoj stěblja. Dokl. VASCHNIL, 1975, č. 7, s. 5-7.
- ŠULGIN, I. A. et al.: Architektura rastenij pšenicy kak faktor ich produktivnosti. Biol. Nauki, 1986, č. 5, s. 5-25.
- THORNE, G. N. — WOOD, D. W.: The fate of carbon in dying tillers of winter wheat. J. agric. Sci., 108, 1987, č. 3, s. 515-522.
- WALOSZCZYK, K. — FOCKE, R.: Ergebnisse zum Ertrags- und Stoffbildungsprozess bei Sommerweizen in Abhängigkeit von Temperatur und Strahlung. Arch. Zücht.-Forsch., 10, 1980, č. 4, s. 237-246.

Došlo dne 15. 4. 1988

ФОЛТЫН, Й. — ШКОРПИК, М. — ПРАШИЛ, И. (Научно-исследовательский институт растениеводства, Рузыне): Динамика образования продуктивных стеблей и междоузлий пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 689-702.

Для опытов служили чсл. сорта яр. пшеницы Jara (высокий стебель, крупный лист, без яровизационных требований) и Rena (меньшие стебель и лист, малые требования к яровизации). Оба сорта ежегодно образуют четыре и пять наземных междоузлий (i) на стебле. После протравливания семян хлормекватом стебель сокращался, но соотношения между длиной (i) сохранялись. В других опытах сроки сева комбинировали с разной его глубиной опыт «высев»), или же в ростовой этап четырех листьев одновременно высаживали растения, которые до тех пор развивались при разной температуре (опыт «боксы»). По редкой схеме (50 раст./м²) растения образовали (в преобладающих группах вариантов) четыре—девять продукт. побегов; соотношения между сортами Яра и Рена составляли около 70 % количества побегов, что отвечает долголетнему среднему относительной величины верхних двух листьев на их стебле. С повременной очередностью колоса зависит длина стебля, но не и количество (i) на стебле, оно дано высотой закладки конечного колена первого (i) снизу: у стеблей с их повышенным количеством они закладываются ниже, и эти стебли длиннее. Глубина сева не влияет на количество (i), а срок сева проявился лишь у сорта Яра. Тогда как в опыте «высев» количество стеблей с разным числом (i) было одинаково, в опыте «боксы» явно преобладали четыре (i). Наследственная основа длины стебля состоит, главное, в длине первого наземного (i), вкл. и число (i) на стебле. У сортов с изменяющимся их числом решающими для конечного результата становятся биоусловия автономных побегов.

пшеница; плодоносящий стебель; междоузлия

FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M. — PRÁŠIL, I. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně): *Dynamics of the Formation of Fertile Stems and Internodes in Wheat (Triticum aestivum L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1987 (7) : 689-702.

Trials were conducted with the Czechoslovak spring wheat varieties Jara (taller stem, larger leaf, no need of vernalization) and Rena (shorter stem, smaller leaf, short vernalization); every year both varieties produce four and five aboveground internodes (i) on the stem. After seed treatment with chlormequat, the plants in a field trial had shorter stems, the (i) lengths ratios remaining identical. In other experiments the dates of sowing were combined with different sowing depths (trial sowing) or the plants at the growth stage of four leaves that had been developing at different temperatures until then were planted (trial boxes). At a thin spacing (50 plants per 1 m²) the plants produced — in prevailing groups of the given variants — four to nine fertile stems; the Jara : Rena tiller number ratio made about 70 %; this corresponds to the many-year average value of the Jara : Rena ratio of the two upper leaf areas. The stem height, not the (i) number on the stem, is related to the time order of spike. The (i) number is determined by the height of the setting of the terminal node of the first (i) from the bottom; the node is set lower in stems with a higher (i) number; such stems are usually taller. The sowing depth did not influence the (i) number, the sowing date played role only in the Jara variety. While in the trial sowing the number of stems with different (i) numbers was balanced, in the trial boxes (with shorter stems) the number of four (i) prevailed. The genetic constitution of stem height is conditioned by the length of the first aboveground (i), and includes the (i) number on the stem. In wheat varieties with the variable (i) number the result is influenced by the living conditions of autonomous tillers.

wheat; productive stem; internodes

FOLTÝN, J. — ŠKORPÍK, M. — PRÁŠIL, I. (Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion, Praha-Ruzyně): *Dynamik der Bildung produktiver Halme und Internodien des Weizens (Triticum aestivum L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 689-702.

Die Versuche wurden mit den tschechoslowakischen Sommerweizensorten Jara (höherer Halm, größeres Blatt, erfordert keine Jarowisation) und Rena (niedrigerer Halm, kleineres Blatt, mit geringem Jarowisationsanspruch) vorgenommen; beide Sorten bilden jedes Jahr vier und fünf oberirdische Internodien (i) des Halms. Nach einer Saatgutbeizung mittels Chlormequat kam es im Feldversuch zu einer Verkürzung des Halms, wobei die Längenverhältnisse der (i) gleich blieben. Bei weiteren Versuchen wurden Aussaattermine mit verschiedenen Saattieften kombiniert (Versuch Aussaat) oder wurden in der Wachstumsetappe von vier Blättern zugleich Pflanzen ausgepflanzt, die sich dahin unter verschiedenen Temperaturen entwickelt haben (Versuch Boxen). Im lockeren Verband (50 Pflanzen pro 1 m²) bildeten die Pflanzen (in überwiegenden Gruppen einzelner Varianten) zwischen vier bis neun produktive Bestockungstriebe; das Verhältnis der Anzahl der Bestockungstriebe bei den Sorten Jara und Rena war etwa 70 %, was dem mehrjährigen Mittelwert der proportionalen Größen der oberen zwei Blätter an Halmen dieser Sorten entspricht. Die Länge des Halms hängt mit der zeitlichen Folge der Ähren an der Pflanze zusammen, die Zahl der (i) des Halms jedoch nicht. Für die Zahl der (i) ist die Höhe der Anlage des Endknotens des ersten (i) von unten entscheidend: bei Halmen mit höherer (i)-Zahl werden sie tiefer angelegt; diese Halme pflegen länger zu sein. Die Saattiefe hatte keinen Einfluß auf die (i)-Zahl, der Aussaattermin machte sich nur bei der Sorte Jara bemerkbar. Während im Versuch „Aussaat“ die Zahl der Halme mit verschiedener (i)-Zahl ausgeglichen war, hatte im Versuch „Boxen“ (mit kürzeren Halmen) die Zahl von vier (i) markant die Oberhand. Die erbliche Grundlage der Halmlänge beruht vor allem in der Länge des ersten oberirdischen (i) und schließt auch die (i)-Zahlen des Halms ein. Bei Weizensorten mit einer variablen Zahl der (i) sind für das Ergebnis die Lebensbedingungen der autonomen Bestockungstriebe ausschlaggebend.

Weizen; produktiver Halm; Internodien

Adresa autorů:

Doc. ing. Jiří Foltýn, DrSc., Miroslav Škorpík, RNDr. Ilja Prášil, CSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně

ÚČINNOSŤ VYUŽÍVANIA FOTOSYNTETICKY AKTÍVNEHO ŽIARENIA PORASTOM JARNÉHO JAČMEŇA V ZÁVISLOSTI OD METEOROLOGICKÝCH FAKTOROV

F. Špánik, Š. Repa

ŠPÁNIK, F. — REPA, Š. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Účinnosť využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia porastom jarného jačmeňa v závislosti od meteorologických faktorov*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 703-709.

Práca je zameraná na matematicko-štatistické stanovenie optimálnych rozsahov priemernej teploty vzduchu t , fotosyntetickej aktívnej radiácie Q_{FAR} , relatívnej vzdušnej vlhkosti r a využiteľnej pôdnej vody W v aktívnej koreňovej zóne 0,00 až 0,60 m pre nadpriemerné využívanie žiarenia porastom jarného jačmeňa počas ontogenézy. Matematicko-štatistická analýza ukázala, že priaznivá t môže priemernú hodnotu koeficienta využívania fotosynteticky aktívnej radiácie ε_{FAR} vo vegetačnom období zvýšiť až o 0,67 ‰, priaznivá Q_{FAR} o 0,55 ‰, priaznivá r o 0,87 ‰ a priaznivý stav W o 0,55 ‰.

jarný jačmeň; úroda biomasy; meteorologické faktory; koeficient využívania fotosynteticky aktívnej radiácie

Produkčné procesy poľných ekosystémov nedosahujú potenciálnych možností, pretože optimum fotosyntézy, a tým aj konverzie radiačnej energie na energiu chemických väzieb v úrodách porastov, je limitované nesúlalom medzi faktormi energetickej a vodnej bilancie v prostredí a požiadavkami rastlín na tieto faktory.

Využívanie žiarenia porastom konkrétnej poľnej kultúry je ovplyvňované z abiotických faktorov hlavne teplotou vzduchu a pôdy, príkonom samotného žiarenia do biologickej sústavy, vlhkosťou vzduchu a pôdy a atmosferickými zrážkami.

Problematickou vzťahov medzi produkčnými procesmi poľných ekosystémov a využívaním globálneho či fotosynteticky aktívneho žiarenia sa zaoberajú mnohí zahraniční i naši autori (napr. Alberda, 1971; Dykyjová, 1975; Šatilov, 1975; Špánik et al., 1985; Špánik, Tomlain, 1987 a i.).

Táto práca je zameraná na hľadanie optimálnych rozsahov základných meteorologických prvkov k najúčinnnejšiemu využívaniu slnečnej energie v procese fotosyntézy produkčným systémom jarného jačmeňa.

MATERIÁL A METÓDA

Biologický materiál k riešeniu uvedenej problematiky bol získaný v poľných polyfaktorálnych pokusoch Ústavu biologickej racionalizácie poľnohospodárstva pri VŠP v Nitre, založených v rokoch 1981 až 1984 na pozemkoch Agrokomplexu v Nitre.

- Z biologických prvkov boli sledované:
- makrofenofázy F_i (podľa Feekesa): sejba S, vzhádzanie V, odnožovanie O, steblovanie St, kvitnutie Kv a plná zrelosť Zp;
 - prírastky biomasy U z odberov vzoriek vo fenofázach O, St, Kv a Zp v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$.
- Meteorologické prvky boli merané na agrometeorologickej stanici, nachádzajúcej sa v areáli experimentálnej bázy.

Merané a vyhodnotené boli:

- teplota vzduchu v 2 m $\bar{t}$ v $^{\circ}\text{C}$;
- fotosynteticky aktívne žiarenie Q_{FAR} v $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2}$;
- relatívna vzdušná vlhkosť r v $\%$;
- využiteľná pôdna voda v účinnej koreňovej zóne $0,00$ až $0,60 \text{ m}$ W v mm .

Prírastky biomasy i meteorologické charakteristiky boli prepočítané od vzhádzania do plnej zrelosti na deväť až desať dekád vegetačného obdobia.

Koeficient využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia ε_{FAR} bol vypočítaný podľa rovnice:

$$\varepsilon_{\text{FAR}} = \frac{U \cdot Q_e}{Q_{\text{FAR}}} \cdot 100 [\%]$$

kde: U — biomasa v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$, vytvorená za určitú dekádu vegetačného obdobia;

Q_e — ekvivalent potrebnej energie na 1 kg biomasy ($4,885 \text{ kWh}$);

Q_{FAR} — fotosynteticky aktívne žiarenie za určitú dekádu vegetačného obdobia v $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2}$.

Údaje o úrodách biomasy po dekádach vegetačného obdobia jarného jačmeňa U v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ a vypočítané hodnoty koeficienta využívania fotosynteticky aktívnej radiácie ε_{FAR} v $\%$ sú uvedené v tab. I.

I. Úrody biomasy U v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ a koeficienty využívania fotosynteticky aktívnej radiácie ε_{FAR} v $\%$ za dekády vegetačného obdobia jarného jačmeňa (Nitra, 1981 až 1984) — Biomass yields U in kg per m^2 and the coefficients of utilization of photosynthetically active radiation ε_{FAR} in $\%$ over the decades of the growing season in spring barley (Nitra, 1981—1984)

F_i	1981		1982		1983		1984		1981—1984	
	U	ε_{FAR}	U	ε_{FAR}	U	ε_{FAR}	U	ε_{FAR}	U	ε_{FAR}
V—O	0,006	0,1	0,002	0,1	0,104	0,4	0,028	0,8	0,026	0,3
	0,015	0,5	0,003	0,1						
	0,028	0,3	0,010	0,3						
O—St	0,061	1,2	0,124	2,5	0,026	0,7	0,048	1,5	0,126	1,8
					0,069	2,0	0,098	2,9		
					0,078	1,7				
St—Kv	0,148	2,8	0,205	4,4	0,231	4,1	0,105	3,4	0,478	4,0
	0,138	2,8	0,211	3,5	2,213	5,0	0,197	5,8		
							0,222	5,2		
							0,240	4,4		
Kv—Zp	0,061	0,7	0,132	3,4	0,151	4,1	0,167	4,3	0,286	1,8
	0,011	0,2	0,113	2,8	0,068	0,4	0,117	2,5		
	0,012	0,1	0,113	1,9	0,020	0,5	0,099	1,5		
			0,079	2,4						
V—Zp	0,480	1,4	0,992	2,4	0,870	2,4	1,321	3,2	0,916	2,1

II. Rovnice funkcií a indexy korelácií vzťahov medzi meteorologickými prvkami a ε_{FAR} vo fenofázových intervaloch vegetačného obdobia jarného jačmeňa (Nitra, 1981 až 1984) — Equations of functions and indexes of correlations for the relationships between meteorological factors and ε_{FAR} in phenophase intervals of the growing season in spring barley (Nitra, 1981—1984)

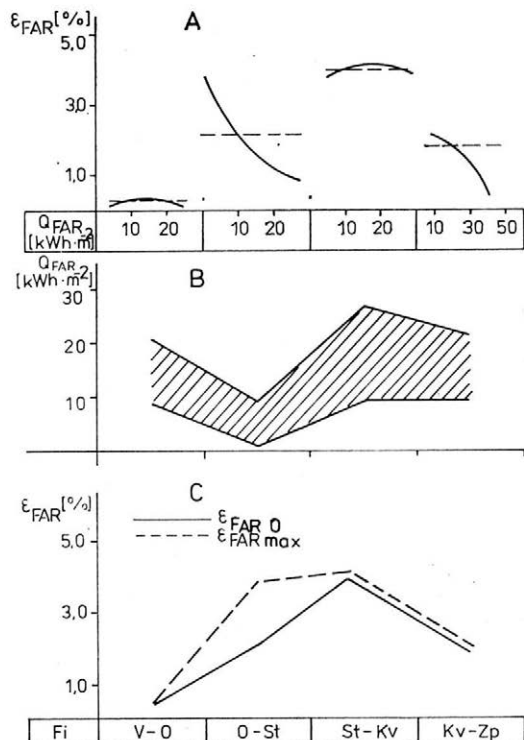
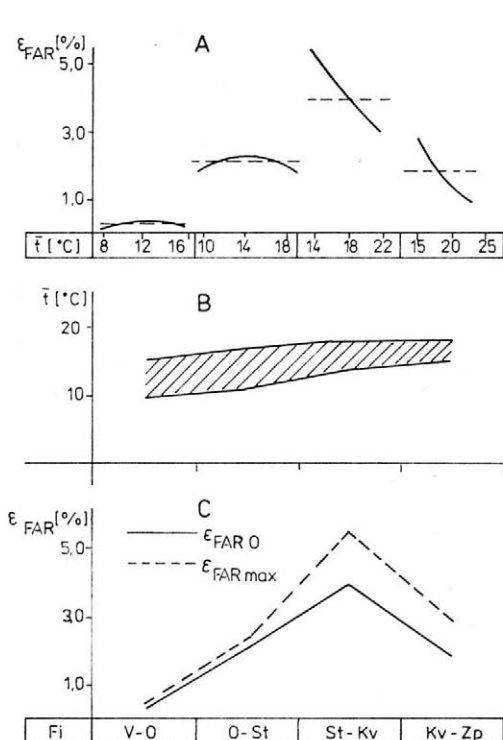
Meteorologický	F_i	r_k	Rovnice
$\bar{t}$ [°C]	V—O	0,28	$y = -1,032 + 0,229x - 0,009x^2$
	O—St	0,16	$y = -2,207 + 0,644x - 0,026x^2$
	St—Kv	0,77	$y = 10,892 - 0,447x + 0,003x^2$
	Kv—Zp	0,41	$y = 13,851 - 1,066x + 0,022x^2$
Q_{FAR} [kWh·m ⁻²]	V—O	0,35	$y = -0,076 + 0,050x - 0,002x^2$
	O—St	0,59	$y = 4,106 \cdot e^{-0,058x}$
	St—Kv	0,86	$y = 4,056 - \frac{2,172}{x}$
	Kv—Zp	0,40	$y = 1,318 + 0,101x - 0,003x^2$
r [%]	V—O	0,36	$y = -0,670 + 0,023x - 0,001x^2$
	O—St	0,63	$y = -10,889 + 0,317x - 0,002x^2$
	St—Kv	0,55	$y = 7,036 - 0,159x + 0,002x^2$
	Kv—Zp	0,61	$y = -0,974 - 0,079x + 0,002x^2$
W [mm]	V—O	0,41	$y = 0,085 - 0,0005x + 0,00004x^2$
	O—St	0,65	$y = 36,299 - 0,018x + 0,028x^2 - 0,0001x^3$
	St—Kv	0,40	$y = 2,912 \cdot e^{0,006x}$
	Kv—Zp	0,22	$y = 0,575 + \frac{91,837}{x}$

Vzájomné vzťahy medzi meteorologickými charakteristikami a koeficientami využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia počas ontogenézy jarného jačmeňa boli podrobené korelačnej analýze podľa programu nelineárnej korelácie. Testom pre najvyhovujúcejšiu funkciu hodnotených vzťahov boli indexy korelácie r_k . Výpočty urobil Ústav výpočtovej techniky VŠP v Nitre.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Korelačná analýza ukázala, že optimálne rozsahy jednotlivých meteorologických prvkov pre nadpriemerné využívanie Q_{FAR} sa v priebehu vegetácie menia podľa nárokov plodiny na tieto faktory v jednotlivých častiach vegetácie. Ukázala však aj na orientáciu a tesnosť vzťahov.

Výsledky korelačnej analýzy prinášajú tab. II a obr. 1 až 4. Grafy na obr. 1 až 4 pozostávajú z troch častí: v časti A je znázornený priebeh funkčnej závislosti ε_{FAR} od meteorologickej charakteristiky, v časti B optimálny rozsah meteorologického prvku pri nadpriemernom ε_{FAR} a v časti C chod priemerného a nadpriemerného ε_{FAR} vplyvom konkrétneho meteorologického prvku vo vegetačnom období jarného jačmeňa.



1. Vplyv teploty vzduchu $\bar{t}$ na koeficient využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia ϵ_{FAR} porastom jarného jačmeňa počas ontogenézy (Nitra, 1981 až 1984) — The influence of air temperature $\bar{t}$ on the coefficient of utilization of photosynthetically active radiation ϵ_{FAR} by a spring barley stand during ontogenesis (Nitra, 1981—1984)

- A — Funkčné závislosti medzi $\bar{t}$ a ϵ_{FAR}
- B — Optimum $\bar{t}$ pri nadpriemernom ϵ_{FAR}
- C — Chod ϵ_{FAR} priemerného a maximálneho pri optimálnej $\bar{t}$

2. Vplyv fotosynteticky aktívneho žiarenia Q_{FAR} na koeficient využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia ϵ_{FAR} porastom jarného jačmeňa počas ontogenézy (Nitra, 1981 až 1984) — The influence of photosynthetically active radiation Q_{FAR} on the coefficient of utilization of photosynthetically active radiation ϵ_{FAR} by a spring barley stand during ontogenesis (Nitra, 1981—1984)

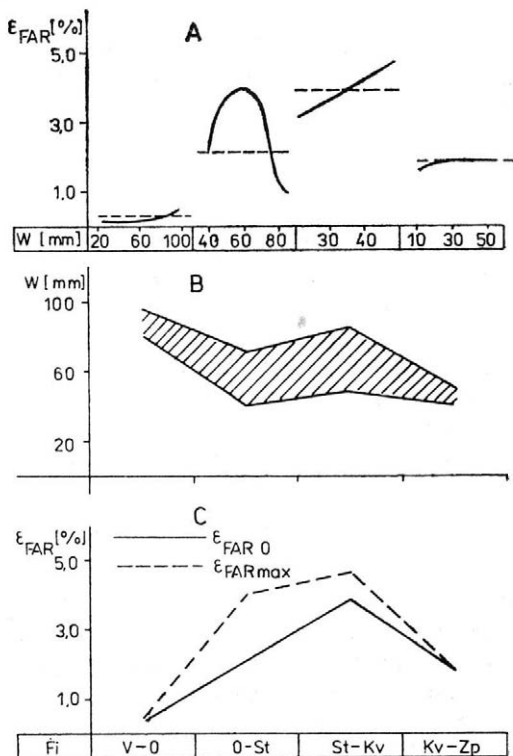
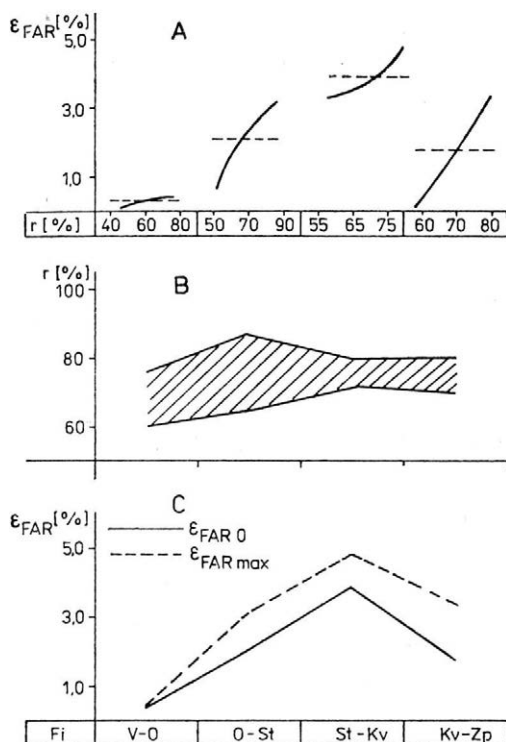
- A — Funkčné závislosti medzi Q_{FAR} a ϵ_{FAR}
- B — Optimum Q_{FAR} pri nadpriemernom ϵ_{FAR}
- C — Chod ϵ_{FAR} priemerného a maximálneho pri optimálnom Q_{FAR}

Teplota vzduchu $\bar{t}$

Vplyv teploty vzduchu na ϵ_{FAR} (obr. 1) vo všetkých fenofázových intervaloch najlepšie vyjadrujú funkcie kvadratických parabol. Výrazná nepriama závislosť bola zistená hlavne v druhej časti vegetácie, tj. po steblovaní, v ktorej vysoké teploty podmieňovali znižovanie ϵ_{FAR} .

Optimálny rozsah priemerných denných teplôt pre nadpriemerné ϵ_{FAR} v prvej časti vegetácie do steblovaní je 9,7 až 16,9 °C, v období dozrievania 13,7 až 18,0 °C.

Najvýraznejšia kladná diferenciácia medzi priemernou a maximálnou hodnotou ϵ_{FAR} 1,00 až 1,50 % sa vytvárala v druhej časti vegetácie po steblovaní.



3. Vplyv relatívnej vzdušnej vlhkosti r na koeficient využívania fotosynteticky aktívneho žiarenia ϵ_{FAR} porastom jarného jačmeňa počas ontogenézy (Nitra, 1981 až 1984) — The influence of relative air humidity r on the coefficient of utilization of photosynthetically active radiation ϵ_{FAR} by a spring barley stand during ontogenesis (Nitra, 1981—1984)

A — Funkčné závislosti medzi r a ϵ_{FAR}
 B — Optimum r pri nadpriemernom ϵ_{FAR}
 C — Chod ϵ_{FAR} priemerného a maximálneho pri optimálnej r

4. Vplyv využiteľnej pôdnej vody v aktívnej koreňovej zóne W na koeficient využívania fotosynteticky aktívnej radiácie ϵ_{FAR} porastom jarného jačmeňa počas ontogenézy (Nitra, 1981 až 1984) — The influence of available soil water in the active root zone W on the coefficient of utilization of photosynthetically active radiation ϵ_{FAR} by a spring barley stand during ontogenesis (Nitra, 1981—1984)

A — Funkčné závislosti medzi W a ϵ_{FAR}
 B — Optimum W pri nadpriemernom ϵ_{FAR}
 C — Chod ϵ_{FAR} priemerného a maximálneho pri optimálnej W

Fotosynteticky aktívne žiarenie Q_{FAR}

Vzťah medzi Q_{FAR} a ϵ_{FAR} (obr. 2) počas vegetácie striedavo vyjadrujú funkcie kvadratickej paraboly (V-O a Kv-Zp), exponenciály (O-St) a hyperboly (St-Kv). Najvýraznejší nepriamy vzťah bol v období odnožovania, pre ktoré je priaznivejším oblačné počasie s nižšou sumou žiarenia.

Optimálny rozsah Q_{FAR} pre nadpriemerný ϵ_{FAR} je na začiatku vegetácie, a to 8,3 až 20,9 kWh · m⁻². V období odnožovania sa požiadavky na Q_{FAR} znižujú, no v období St-Kv sú priaznivejšie znova vyššie sumy Q_{FAR} (8,9 až 27,5 kWh · m⁻²).

Najvyšší účinok Q_{FAR} na využívanie žiarenia bol zistený v intervale O-St, v ktorom bol pozitívny rozdiel medzi priemernou a maximálnou hodnotou ε_{FAR} až 1,8 %.

Relatívna vzdušná vlhkosť r

Funkčné vzťahy medzi r a ε_{FAR} (obr. 3) najlepšie vystihujú vo všetkých fenofázových intervaloch rovnice kvadratických parabol. Všeobecne platí, že v celom vegetačnom období podmieňuje vyššia vzdušná vlhkosť priamo závisle využívanie žiarenia porastom.

Za optimálny rozsah r pre nadpriemerné využívanie Q_{FAR} možno považovať pre prvú časť vegetácie (V-St) 60 až 80 %, pre obdobie dozrievania 70 až 80 %.

Vplyv vlhkosti vzduchu na ε_{FAR} bol najvýraznejší v období odnožovania a steblovania, v ktorom bolo zistené zvýšenie ε_{FAR} o 1,00 až 1,60 %.

Využitelná pôdna voda v aktívnej koreňovej zóne W

Vzťah medzi ε_{FAR} a W (obr. 4) najlepšie postupne vyjadrujú funkcie kvadratickej a kubickej paraboly (V-O, O-St), exponenciály (St-Kv) a hyperboly (Kv-Zp). Pre túto charakteristiku všeobecne platí, že vyššia zásoba využiteľnej pôdnej vody je pre ε_{FAR} priaznivejšou.

Optimálny rozsah W v období V-O je 80 až 90 mm. V ďalších častiach vegetácie postačila pre nadpriemerný ε_{FAR} aj nižšia zásoba pôdnej vody (40 až 82 mm).

Vplyv W na ε_{FAR} bol najvýraznejší v období odnožovania a steblovania, kedy zvýšenie ε_{FAR} nad priemer činilo až 1,9 %.

Literatúra

- ALBERDA, T.: Potential production of grassland. In: P. F. WAREING, J. P. COOPER.: Potential crop production. Heinemann Educational, Books, London, 1971.
- DYKYJOVÁ, D.: Vazba energie slunečního záření v různých typech porostů a její praktické využití. In: Slunečná energia a její využití. Syll. Predn. Semin., Bezovec, 1976.
- SATILOV, J. S.: Principy programování uroжайности. In: Programování uroжайev seľskochozajstvennych kultur, Moskva, Kolos 1975.
- ŠPÁNIK, F. — REPA, Š. — KRAJČÍROVÁ, Z. — MEČIAR, L.: Účinnost premeny energie žiarenia porastami v závislosti od meteorologických faktorov počas ontogenézy. [Záverečná správa.] Nitra, VŠP 1985.
- ŠPÁNIK, F. — TOMLAIN, J.: Potenciálne úrody základných poľných plodín podľa príkonu fotosynteticky aktívnej radiácie na území SSR. Štúd. II. SBkS SAV, Bratislava, 2, 1987, č. 2.

Došlo dňa 2. 6. 1988

ШПАНИК, Ф. — РЕПА, Ш. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Эффект использования фотосинтетически активного излучения из посева ярового ячменя в зависимости от метеофакторов. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 703-709.

Разработки направлены на математико-статистическую оценку оптимальных пределов средней температуры воздуха t , фотосинтетически активной радиации Q_{FAR} , относительной влажности воздуха r и используемой грунтовой воды W в активной корневой зоне от 0,00 до 0,60 м для вышесреднего использования облучения яр. ячменем в период онтогенеза. Как показал анализ, благоприятная t может повышать средний

коэффициент использования этой радиации ε_{FAR} в вегетативный период на 0,67 %, благоприятная Q_{FAR} на 0,55 %, благоприятная r — на 0,87 % и благоприятное состояние W — на 0,55 %.

яровой ячмень; продукция биомассы; метеофакторы; коэффициент использования фотосинтетически активной радиации

SPÁNIK, F. — REPA, Š. (University of Agriculture, Nitra): *The Effectiveness of Utilization of Photosynthetically Active Radiation by a Spring Barley Stand in dependence on Meteorological Factors*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 703-709.

Mathematico-statistical methods were used to determine optimal ranges of average air temperature $\bar{t}$, photosynthetically active radiation Q_{FAR} , relative air humidity r and available soil water W in the active root zone of 0.00 — 0.60 m with respect to above-average utilization of radiation by a spring barley stand during ontogenesis. It has been demonstrated by a mathematico-statistical analysis that during the growing season the optimal average air temperature can increase the average value of the coefficient of utilization of photosynthetically active radiation ε_{FAR} by 0.76 %, optimal Q_{FAR} by 0.55 %, optimal r by 0.87 % and optimal water W by 0.55 %.

spring barley; biomass output; meteorological factors; coefficient of utilization of photosynthetically active radiation

SPÁNIK, F. — REPA, Š. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Wirkungsgrad der Verwertung photosynthetisch aktiver Strahlung durch Sommergerstenbestände in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 703-709.

Die Arbeit ist auf die mathematisch-statistische Ermittlung der optimalen Bereiche mittlerer Lufttemperaturen $\bar{t}$, der photosynthetisch aktiven Radiation Q_{FAR} , der relativen Luftfeuchtigkeit r und der verfügbaren Bodenfeuchtigkeit W in der aktiven Wurzelzone von 0,00 bis 0,60 m für eine überdurchschnittliche Ausnutzung der Strahlung durch den Sommergerstenbestand während der Ontogenese, orientiert. Mathematisch-statistische Analysen erwiesen, daß günstige $\bar{t}$ den Mittelwert des Verwertungskoeffizienten der photosynthetisch aktiven Radiation ε_{FAR} während der Vegetationsperiode bis um 0,67 %, eine günstige Q_{FAR} um 0,55 %, eine günstige r um 0,87 % und ein günstiger W -Zustand um 0,55 % zu verbessern vermögen.

Sommergerste; Biomasseertrag; meteorologische Faktoren; Verwertungskoeffizient photosynthetisch aktiver Radiation

Adresa autorov:

Doc. Ing. František Š p á n i k, CSc., Ing. Štefan R e p a, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 76 Nitra

ENZYME DYNAMICS AND REGULATION

ENZYMOVÁ DYNAMIKA A REGULACE

P. B. Chock, C. Y. Huang, C. L. Tsou, J. H. Wang (Eds)

New York, Springer Verlag 1988, 421 s.

Knižní svazek přináší přednášky ze symposia, které se konalo v Pekingu v květnu roku 1986. Příspěvky jsou rozděleny do sedmi celků. V prvním jsou referáty věnované kinetice některých enzymových reakcí a mechanismu konkrétních příkladů enzymové katalýzy. Je pojednáno o DNA-polymeráze I z *Escherichia coli*, sukcinylkoenzym-A-syntetáze, syntetáze mastných kyselin, několika fosfatázách a dalších enzymech. Jeden referát je věnován identifikaci a charakterizaci intermediátů enzymových reakcí. Druhý soubor prací je věnován regulačním enzymům, např. enzymům zapojeným do přenosu signálů prostřednictvím systému druhých messengerů. Třetí sekce shrnuje práce zaměřené na změny zprostředkované enzymy, např. změny ve struktuře DNA a RNA. Pojem enzymu a proteinového faktoru se zde do značné míry stírá. Následují práce o imobilizovaných enzymech a enzymech vázaných na membrány a práce metodické. V nich je pojednáno o experimentálním stanovení rychlostních konstant enzymových reakcí a o kinetice složitých enzymových systémů. Závěrečné referáty jsou věnovány studiu enzymů pomocí cílené mutagenese. Jeden z referátů na toto téma napsal A. R. Ferscht, který jako první využil proteinového inženýrství k detailnímu objasnění mechanismu účinku tyrozyI-tRNA-syntetázy.

Mnohé referáty přinášejí výsledky z čínských pracovišť na různé úrovni. Celkově však sborník působí dost nesourodým dojmem. Těžiště výzkumu enzymů leží jinde, než ukazuje většina zařazených referátů. Současné směry jsou ukázány až v závěru knihy na několik málo příkladech.

RNDr. ing. Josef Zahradníček, CSc.

ZHODNOTENIE PESTOVANIA REPKY OLEJNEJ APLIKÁCIOU METÓD FAKTOROVEJ A ZHLUKOVEJ ANALÝZY

P. Vaškovský, O. Krausko

VAŠKOVSKÝ, P. — KRAUSKO, O. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Zhodnotenie pestovania repky olejnej aplikáciou metód faktorovej a zhlukovej analýzy*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7): 711—719.

V príspevku sú zhrnuté výsledky štúdie pestovania repky olejnej vo vybranom podniku. Pozornosť je venovaná súboru faktorov pôsobiacich na výšku hektárových úrod skúmanej plodiny. Výpočty a hodnotenie sme uskutočnili modifikáciou faktorovej a zhlukovej analýzy. Zo súboru 15 faktorov sa vytvorili tri skupiny zovšeobecnených ukazovateľov. Zistili sme, že hektárové úrody predovšetkým závisia od zrážok, a to výraznejšie ako od prihnojovania dusíkom a hnojenia fosforom. Preukazný vplyv majú dávky maštalného hnoja, zásoba horčička, fosforu, draslíka a suma teplôt v jesennom období. Slnečný svit podporuje rast tvorby fyto-biomasy, čím sa zvyšuje spotreba minerálnych hnojív.

repka olejná, radiácia; úroda

Rastlinné oleje vo výžive obyvateľstva na celom svete i z lekárskeho hľadiska sú uprednostňované pred tukmi živočíšneho pôvodu. Preto sa otázkam pestovania, spracovania a využívania olejnin venuje zvýšená pozornosť. Rovnako i pri ich hodnoteniach v ostatnom čase sa využívajú progresívne metódy, kde okrem matematicko-štatistických metód využívame vysokovýkonné počítače.

Spomínanými problémami sa zaoberajú naši i zahraniční autori. Niektoré ich publikované výsledky využívame pre porovnanie.

MATERIÁL A METÓDA

Na posúdenie vplyvu vybraných faktorov pôsobiacich na výšku hektárových úrod repky olejnej využívame algoritmy faktorovej a zhlukovej analýzy. Predmetné hodnotenie sme uskutočnili v podniku Ax-Palárikovo, hospodárstvo Jánošíkovo za referenčné obdobie rokov 1981 až 1986, okrem roku 1984, kedy porast bol zaoraný. Hodnotenie vychádza z údajov tab. I a vlastného programu pre počítač EC-10-10.

Rozklad skupiny ukazovateľov na podtriedy $A_1, \dots, A_k$ sme uskutočnili tak, aby bol maximálny, ktorého algoritmus sme upravili takto:

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x \in A_i} (x, f_i)^2 \quad [1]$$

Algoritmus maximalizácie funkcie vzhľadom na rozklad skupiny ukazovateľov A môžeme rozdeliť na kroky:

a_1 : voľba počiatočného rozkladu;

a_2 : výpočet faktorov f_i ;

a_3 : pre všetky $x \in A$ a f_j vypočítame $(x, f_j)^2$;

a_4 : vytvoríme nový rozklad $A_1, \dots, A_k$ tak, že x zoradíme do tej A_i , pre ktorú $(x, f_i)^2 = \max_j (x, f_j)^2$;

a_5 : ak nový rozklad je rôzny od pôvodného, potom sa vrátime na a_2 ;

a_6 : koniec výpočtu.

Numerická náročnosť závisí od voľby počiatkového rozkladu, ktorý možno potlačiť modifikáciou metódy minimálnych zvyškov a metódy zhlukovania ukazovateľov.

Na prvom kroku vyberieme také ukazovatele x, y , pre ktoré

$$\max_{|r_{xy}| = t \neq z} |r_{tz}| \quad B_2 = \{x_1, x_2\} \quad [2]$$

kde: $x_1 = x, x_2 = y$ a položíme $x \triangleleft y$.

Na k -tom kroku máme skupinu $B_k = \{x_1, \dots, x_k\}$ takú, že $x_1 \triangleleft x_2 \triangleleft \dots \triangleleft x_k$ a nájdeme x , pre ktoré

$$S(x_i B_k) = \max_{\substack{x \in B_k \\ y \in B_k}} \sum |r_{xy}|$$

a položíme $B_{k+1} = \{x_1, \dots, x_k, x\}$, pričom $x_1 \triangleleft x_2 \triangleleft \dots \triangleleft x_k \triangleleft x$.

Faktory (zovšeobecnené ukazovatele) konštruujeme modifikovanou metódou minimálnych zvyškov, založenej na minimalizácii funkcionálu

$$f|A| = \sum_{i \neq j} \left(r_{ij} - \sum_{t=1}^k a_i^{(t)} \cdot a_j^{(t)} \right)^2 \quad [3]$$

I. Základné údaje (repka olejná) — Basic data (oilseed rape)

Premenné	Roky					
	1981	1982	1983	1985	1986	$\bar{x}$
x^1 hektárové úrody [t. ha ⁻¹]	1,50	1,90	1,12	2,45	2,12	1,82
x_2 reakcia pôdy [pH]	6,33	7,10	7,03	7,07	6,90	6,88
x_3 zásoba fosforu v pôde [mg. kg ⁻¹]	32,00	28,67	88,33	77,50	21,33	49,56
x_4 zásoba draslíku v pôde [mg. kg ⁻¹]	100,00	108,30	150,00	135,50	105,00	119,76
x_5 zásoba horčika v pôde [mg. kg ⁻¹]	632	445	248	398	296	403,80
x_6 dávky maštalného hnoja [t. ha ⁻¹]	32	35	22	21,9	20	26,18
x_7 dávky dusíka [kg. ha ⁻¹]	45	96	42,5	44	50	55,50
x_8 dávky fosforu [kg. ha ⁻¹]	34,90	41,90	40,40	37,10	44,50	39,76
x_9 dávky draslíka [kg. ha ⁻¹]	87,50	105,00	132,00	143,30	135,00	120,56
x_{10} hĺbka orby [cm]	21	20	19	20	22	20,40
x_{11} prihnojenie dusíkom [kg. ha ⁻¹]	50	30	99	30	55	52,80
x_{12} slnečný svit [h] (3. až 6. mesiac)	1382	1255	1255	1324	1423	1327,80
x_{13} zrážky [mm]	446	642	464	523	602	545,60
x_{14} suma teplôt [°C] (9. až 11. mesiac)	926	1114	937	899	852	945,60
x_{15} suma teplôt [°C] (3. až 5. mesiac)	1585	1648	1425	1224	1619	1500,20

Neznáme faktorové saturácie dostaneme ako minimum fikcie, pre ktorú nutnú podmienku možno zapísať v tvare systému rovníc o k neznámych. Pre minimalizáciu zvyšku využívame modifikovaný algoritmus

$$\sum_{\substack{y \in A_i \\ y \neq x}} r_{xy} a_y^{(i)} - a_x^{(i)} \sum_{\substack{y \in A_i \\ y \neq x}} a_y^2 = 0 \quad x \in A_i \quad [4]$$

Triviálne, nulové riešenie nie je lokálnym extrémom. Hľadanie minimum dostaneme použitím algoritmu

$$1. a_x^{(i)} = \text{sing } r_{x1x} \quad x \in A_i \quad [5]$$

2. $m + 1$ aproximáciou vypočítame

$$y_x^{(i)}(m+1) = \frac{\sum_{y \in A_i} r_{xy} a_y^{(i)}(m)}{\sum_{\substack{y \in A_i \\ y \neq x}} (a_y^{(i)}(m))^2} \quad [6]$$

$$a_x^{(i)}(m+1) = \frac{a_x^{(i)}(m) + y_x^{(i)}(m+1)}{2} \quad [7]$$

pre všetky $x \in A_i$.

Postup ukončíme, ak

$$\max_{x \in A_i} |a_x^{(i)}(m+1) - a_x^{(i)}(m)| < \varepsilon$$

kde ε je dovolená nepresnosť (0,01).

Faktor (zovšeobecnený ukazovateľ) skonštatujeme ako lineárnu kombináciu ukazovateľov $x \in A_i$ s využitím základného modelu faktorovej analýzy zapísaného v tvare matematickej rovnice

$$x = A \cdot F + U \quad [8]$$

kde: A — matica faktorových saturácií, faktorový plán;

F — matica faktorov;

U — špecifické faktory, náhodné zvyšky;

a faktor f_i možno vyjadriť ako

$$f_i = \sum_{x \in A_i} c(x - \bar{x}) + e$$

kde e sú náhodné zvyšky. Systém normálových rovníc potom bude

$$R_i c = a^{(i)} \quad [10]$$

kde: R_i — korelačná matica ukazovateľov skupiny A_i ;

c — hľadané koeficienty;

$a^{(i)}$ — faktorové saturácie faktora f_i .

Pri faktorovej analýze sa pracuje s normovanými nákladnými veličinami, teda s jednotkovou disperziou a nulovou strednou hodnotou, ktorá veličina nadobúda i záporné hodnoty. Táto okolnosť je príčinou transformácie faktorov f_i

$$f_i = \pm a \sum_{x \in A_i} \frac{c_x \cdot x}{s_x} \quad [11]$$

kde: s_x — odhad disperzie x ;

a — koeficient transformácie.

Konštanta určuje hranice v ktorých chceme, aby sa vyskytovali hodnoty faktora f_i . Pravdepodobnosť hodnôt faktora nachádzajúcich sa v intervale

$$D_i - 3\delta \leq f_i \leq D_i + 3\delta \text{ je } 99\%$$

pričom

$$D_i = \left| \sum_{x \in A_i} \frac{c_x \cdot x}{s_x} \right|$$

II. Zhluk ukazovateľov pre konštrukciu zovšeobecneného ukazovateľa zásob mineralized indicator of minerals reserves (factor f_1)

Premenné	Zásoba fosforu [kg . ha ⁻¹]	Zásoba draslíka [kg . ha ⁻¹]	Suma teplôt [°C] (3. až 5. mesiac)	Hĺbka orby [cm]	Slnecný svit [h] (3. až 6. mesiac)
	x_3	x_4	x_{15}	x_{10}	x_{12}
x_3	1	0,970	-0,849	-0,800	-0,543
x_4	0,970	1	-0,761	-0,800	-0,596
x_{15}	-0,849	-0,761	1	0,493	0,219
x_{10}	-0,800	-0,800	0,493	1	0,926
x_{12}	-0,543	-0,596	0,219	0,926	1

III. Zhluk ukazovateľov pre konštrukciu zovšeobecneného ukazovateľa výživy rastlín
of plant nutrition (factor f_2)

Pre- menné	Dávky draslíka [kg . ha ⁻¹]	Dávky maštalného hnoja [t . ha ⁻¹]	Zásoba horčíka [kg . ha ⁻¹]	Reakcia pôdy [pH]	Suma teplôt [°C] (9. až 11. mesiac)	Dávky dusíka [kg . ha ⁻¹]
	x_9	x_6	x_5	x_2	x_{14}	x_7
x_9	1	-0,884	0,831	0,704	-0,480	-0,362
x_6	-0,884	1	0,743	-0,324	0,840	0,698
x_5	-0,831	0,743	1	-0,746	0,237	0,143
x_2	0,704	-0,324	-0,746	1	0,281	0,357
x_{14}	-0,480	0,804	0,237	0,281	1	0,900
x_7	-0,326	0,698	0,143	0,357	0,990	1

IV. Zhluk ukazovateľov pre konštrukciu zovšeobecneného ukazovateľa prírodných
indicator of natural conditions (factor f_3)

Premenné	Zrážky [mm]	Dávky fosforu [kg . ha ⁻¹]	Prihnojovanie dusíkom [kg . ha ⁻¹]	Hektárové úrody [t . ha ⁻¹]
	x_{13}	x_8	x_{11}	x_1
x_{13}	1	0,743	-0,525	0,559
x_8	0,743	1	0,152	0,129
x_{11}	-0,525	0,152	1	-0,799
x_1	0,559	0,129	-0,799	1

Faktorové saturácie	Komunality	Unicity				
a_{ij}	h_i^2	u_i^2	$\bar{x}$	δ	c	d
0,968	0,937	0,063	49,56	30,92	0,222	-0,0072
0,956	0,914	0,086	119,76	21,80	0,215	-0,0099
-0,694	0,482	0,518	1500,20	175,84	-0,188	0,0011
-0,900	0,810	0,190	20,40	1,14	-0,178	0,1561
-0,673	0,453	0,547	1327,8	75,19	-0,121	0,0016

(faktor f_2) — Cluster of indicators for the construction of a generalized indicator

Fakturové saturácie	Komunality	Unicity				
a_{ij}	h_i^2	u_i^2	$\bar{x}$	δ	c	d
0,941	0,855	0,115	120,55	23,41	0,184	0,0079
-0,988	0,976	0,024	26,18	6,81	-0,163	-0,0239
-0,754	0,569	0,431	403,80	149,75	-0,153	-0,0010
0,367	0,135	0,865	6,88	0,32	0,130	0,4060
-0,641	0,411	0,589	945,60	99,69	-0,088	-0,0009
-0,541	0,293	0,707	55,50	22,81	-0,067	-0,0029

podmienok (faktor f_3) — Cluster of indications for the construction of a generalized

Faktorové saturácie	Komunality	Unicity				
a_{ij}	h_i^2	u_i^2	$\bar{x}$	δ	c	d
0,922	0,850	0,150	535,40	85,21	0,277	0,0032
0,394	0,155	0,845	39,76	3,81	0,206	0,0541
0,642	0,412	0,588	52,80	28,23	-0,145	-0,0051
0,756	0,572	0,418	1,82	0,52	0,155	0,2981

Komunalita h_x^2 je tá časť disperzie ukazovateľa x , ktorá je reprodukovaná faktorom f a vypočítame ju vzťahom

$$h_x^2 = a_x^2 \quad [12]$$

Unicita odráža tú časť disperzie ukazovateľa x , ktorá je spôsobená variabilitou špecifických faktorov s náhodnými vplyvmi. Vypočítame ju ako

$$u_x^2 = 1 - h_x^2 \quad [13]$$

Časť disperzie ukazovateľa A_i reprodukovateľnú faktorom f_i , vyjadrenú v % vypočítame

$$H_i = \frac{\sum_{x \in A_i} h_x^2}{n_i} \cdot 100 \% \quad [14]$$

Časť disperzie, vyvolanú variabilitou špecifických faktorov a prítomnosťou náhodných vplyvov vypočítame

$$u_i = \frac{\sum_{x \in A_i} u_x^2}{u_i} \cdot 100 \%$$

kde u_i je početnosť skupiny A_i .

VÝSLEDKY

Za použitia uvedeného metodologického prístupu skúmame súbor faktorov, ktoré vplyvajú na výšku hektárových úrod repky olejnej. Výsledky sú uvedené v tab. II až IV. Hodnotením štruktúry väzieb medzi ukazovateľmi, ktoré odrážajú prírodné podmienky, biologické faktory a hospodárske výsledky repky olejnej, dostávame tri zhľuky ukazovateľov.

Do prvej skupiny sa dostali premenné: x_3 — zásoba fosforu v pôde, x_4 — zásoba draslíka v pôde, x_{15} — suma teplôt za mesiac marec až máj, x_{10} — hĺbka orby a x_{12} — slnečný svit. Zovšeobecnený ukazovateľ, skonštruovaný ako reprezentant tejto triedy veličín, má tvar: $f_1 = -0,0072x_3 - 0,0099x_4 + 0,0011x_{15} + 0,1561x_{10} + 0,0016x_{12}$. Faktor je najtesnejšie viazaný s veličinou x_3 , x_4 , a preto ho identifikujeme ako zovšeobecnený ukazovateľ zásob minerálnych látok. Veličina je schopná reprodukovat 72 % disperzie ukazovateľov svojej skupiny. Zaujímavé výsledky poskytuje porovnanie ukazovateľov zásob fosforu a draslíka v pôde, hĺbka orby a slnečný svit. Posledné dva sú záporné, čo vysvetľujeme tak, že s hĺbkou orby klesá obsah minerálnych látok v pôde, a tým aj ich vplyv na produkčný systém repky olejnej. Slnečným svitom rastie tvorba fyto biomasy, a tým aj spotreba minerálnych látok, čo vyvoláva ich pokles v pôde. Najväčšie zásoby boli v roku 1986 a najnižšie v roku 1983 s rozdielom 1,9 čo je štatisticky významná hodnota, pravdepodobne ovplyvnená predplodinami a agrotechnickými zásahmi.

Faktor je použiteľný na priestorovú a časovú komparáciu vývoja a stavu zásob minerálnych látok v pôde pri zohľadnení hĺbky orby a slnečného svitu.

Druhý zhľuk ukazovateľov obsahuje veličiny: x_9 — dávky draslíka, x_6 — dávky maštalného hnoja, x_5 — zásoba horčíka v pôde, x_2 — reakcia pôdy, x_{14} — suma teplôt v septembri až novembri, x_7 — dávky dusíkatých hnojív. Na ich základe skonštruovaný zovšeobecnený ukazovateľ je výživa rastlín, ktorý má tvar: $f_2 = 0,0079x_9 - 0,0234x_6 - 0,0010x_5 + 0,406x_2 - 0,0008x_{14} - 0,0029x_7$.

Faktor je najtesnejšie viazaný s dávkou maštalného hnoja, draslíka a zásobou horčíka. Ukazovateľ objasňuje 54,5 % celkovej disperzie svojej skupiny a zbytok je podmienený zmenami špecifických faktorov a náhodnými vplyvmi. Faktorové saturácie dávok draslíka a maštalného hnoja majú opačné znamienko, čo svedčí o tom, že zvyšovaním dávok maštalného hnoja treba znižovať dávky draslíka. Faktor výživy je najtesnejšie viazaný veličinami odrážajúcimi zásoby minerálnych látok v pôde. Faktorová saturácia x_2 — reakcia pôdy dosiahla hodnotu 0,367, čo je málo v porovnaní s hodnotou

Roky	f_1	f_2	f_3
1981	6,01	0,90	3,51
1982	5,87	1,15	4,73
1983	4,42	2,16	3,50
1985	4,69	2,14	4,26
1986	6,30	2,18	4,69

saturácie dávok draslíka 0,941. Tento rozdiel štatisticky dokazuje, že na reakciu pôdy podstatnejšie vplyvajú faktory nezahrnuté do druhej skupiny ukazovateľov alebo náhodné vplyvy, ako je relatívna nezávislosť produkčného systému repky olejnej od pH.

Tretí zhluk ukazovateľov je reprezentovaný veličinami: x_{13} — zrážky, x_8 — dávky fosforu, x_{11} — prihnojovanie dusíkom, x_1 — hektárové úrody. Má tvar: $f_3 = 0,0032x_{13} + 0,0541x_{11} + 0,0298x_1$. Najtesnejšia viazanosť faktora je na x_{13} — zrážky, teda s informáciou, ktorá odráža prírodné podmienky, a preto ho považujeme za zovšeobecnený ukazovateľ. Veličina objasňuje 59 % sumárnej disperzie a ostávajúcich 41 % je podmienených variabilitou špecifických faktorov a náhodných vplyvov. Skupina obsahuje ukazovateľ x_1 — hektárové úrody, čo znamená, že variabilita týchto je najviac ovplyvňovaná zrážkami, dávkami fosforu a prihnojovaním dusíka. Menšia väzba je na dávky fosforu. Najväčšie skóre bolo dosiahnuté v roku 1985, kedy prírodné podmienky a výživa repky olejnej boli najvyhovujúcejšie. Z prírodných podmienok sa na tvorbe úrod najviac podieľali slnečný svit a zrážky.

Faktorové skóre zovšeobecnených ukazovateľov pestovateľského systému repky olejnej uvádzame v tab. V.

Koeficienty korelácie zovšeobecnených ukazovateľov majú hodnoty: $rf_1 f_2 = 0,240$; $rf_1 f_3 = -0,201$; $rf_2 f_3 = 0,050$. Sumárna časť disperzie reprodukovateľná faktormi f_1, f_2, f_3 je 59 %.

DISKUSIA

Na hodnotenie pestovateľského systému repky olejnej sme použili algoritmus faktorovej a zhľukovej analýzy. Zistili sme ich vhodnosť použitia pre kvalifikované hodnotenie väčšieho počtu faktorov pestovateľského systému za dlhší časový rad. Umožňujú štruktúru určitej definovanej oblasti výskumu a poskytujú jednoduché lineárne hypotézy a vzájomné súvislosti premenných. Aplikáciou uvedených metód v produkčnej ekonomike sa zaoberajú autori Brabenec (1977), Braverman, Lumelskij (1971), Vaškovský (1980, 1983) a ďalší, ktorí odporúčajú tieto progresívne metódy skúmania viac využívať pre kvalifikované hodnotenie širokej palety výrobných činiteľov v poľnohospodárstve.

Z predmetnej analýzy vyplýva, že repka olejná nie je výrazne závislá od veľkosti radiácie. Hektárové úrody závisia predovšetkým od zrážok a výraznejšie vplyvajú ako prihnojovanie dusíkom a hnojenie fosforom. K zhodným výsledkom dospeli Fábry, Vašák (1981a, b), Krausko (1987). Štatisticky významne je preukázaný vplyv dávok maštalného hnoja, zásoba horčika, fosforu, draslíka a suma teplôt v jeseni, čo odpovedá výsledkom, ktoré publikovali Szendrő a kol. (1980), Morbacher (1982), Vašák (1985). Nízky ukazovateľ faktorovej saturácie reakcie pôdy znamená, že v prírodných

podmienkach v skúšanom podniku sa rozdiely v pH-faktore podieľali na tvorbe úrod minimálne. Slniečny svit podporuje rast tvorby fyto biomasy, čím sa zvyšuje spotreba minerálnych hnojív.

Literatúra

- BRABENEC, V.: Faktorová analýza a možnosti její aplikace v zemědělství. Zeměd. Ekon., 23, 1977, č. 8, s. 537-548.
- BRAVERMAN, J. J. — LUMELSKIJ, J. F.: Gruppirovka parametrov na osnove kvadratnyh matricej svjazi. Avtomatika i telemekhanika, 1971, č. 1.
- FÁBRY, A. — VAŠÁK, J.: Analýza výsledkov pestovania repky v ČSSR a rozvoj v 7. päťročnici. Pôda a Úroda, 1981a, č. 1.
- FÁBRY, A. — VAŠÁK, J.: Hlavné redukujúce faktory pri tvorbe výnosov ozimnej repky. Pôda a Úroda, 1981b, č. 4.
- KRAUSKO, A.: Za vysoké a stabilné úrody repky olejnej na Slovensku. Bratislava, ČSVTS 1987.
- MORBACHER, J.: Realizácia systémov vývoja olejní v 7. päťročnici. Pôda a Úroda, 1982, č. 3.
- SZENDRŐ a kol.: A napraforgó termesztet. Mezőgazd. Kiadó, Budapest, 1930.
- VAŠÁK, J.: Systém výroby repky. Praha, SZN 1985.
- VAŠKOVSKÝ, P.: Využitie faktorovej analýzy na hodnotenie výrobných činiteľov pri pestovaní zemiakov. Zeměd. Ekon., 29, 1983, č. 3, s. 205-216.
- VAŠKOVSKÝ, P.: Ekonomická efektívnosť repky ozimnej na Slovensku. Zeměd. Ekon., 26, 1980, č. 9, s. 625-631.

Došlo dňa 4. 7. 1988

ВАШКОВСКИ, П. — КРАУСКО, О. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Оценка выращивания масличного рапса по методам факторного и группового анализа. Растл. Выр., 35, 1989 (7) : 711-719.

Обобщаются результаты изучения выращивания масличного рапса в одном хозяйстве. Внимание уделяется группе факторов, воздействующих на размер погектарных урожаев. Расчеты и оценка проводились с помощью модифицированного факторного и группового анализа. Из 15 факторов образовали три группы обобщенных показателей. Погектарные урожаи зависят, главное, от суммы осадков, а в меньшей мере — от прикормки азотом и от фосфорного удобрения. Достоверно и влияние унавоживания, запаса Mg, P, K, суммы температур в осенний период. Солнечная радиация стимулирует рост фитобiomасы, что ведет к повышенному потреблению мин. удобрений.

рапс масличный; радиация; урожай

VAŠKOVSKÝ, P. — KRAUSKO, O. (University of Agriculture, Nitra): Evaluation of Oilseed Rape Crop by the Methods of Factor and Cluster Analyses. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 711-719.

Oilseed rape crops were investigated on a selected farm; the results of investigation are summarized in the present paper. Attention is paid to a set of factors influencing per-hectare yields of this crop. Calculations and evaluation were made by modifications of factor and cluster analyses. Three groups of generalized indicators were formed from a set of 15 factors. Per-hectare yields were found to depend first of all on rainfall, to a higher degree than on nitrogen additional fertilizing or phosphorus fertilizing. A significant influence was exerted by FYM rates, by the reserve of magnesium, phosphorus, potassium and the sum of temperatures in autumn. Sunshine stimulates the increment of phytobiomass production; this in turn increases the consumption of mineral fertilizers.

oilseed rape; radiation; yield

Adresa autorov:

Doc. Ing. Pavel Vašk o v s k ý, CSc., prof. Ing. Ondrej K r a u s k o, DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 1, 949 76 Nitra

A. Prugarová, M. Kováč, P. Karol

PRUGAROVÁ, A. — KOVÁČ, M. — KAROL, P. (Výskumný ústav potravinársky, Bratislava): *Obsah kadmia v odrodách maku*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 719-724.

Uvádzame výsledky štúdia obsahu kadmia v rôznych odrodách maku, pestovaného v čs. podmienkach v rozličných lokalitách z rokov zberu 1982 až 1987. Práca tematicky nadväzuje na predošlú monitorizáciu dominantných surovín cereálnych výrobkov (Prugarová et al., 1988), pričom teraz sme sa zamerali na mak ako na surovinu používanú pri výrobe cereálnych výrobkov na prípravu plniek a posýpok. Kadmium sme vo vzorkách maku a hotovej makovej plnky stanovovali metódou diferenčnej pulznej rozpúšťacej voltametrie na visiacej ortuťovej elektróde s použitím čs. polarografického analyzátoru PA 3. Získané výsledky poukazujú na závislosť zisteného obsahu kadmia v maku od pestovateľskej lokality, kým odrodová závislosť nebola potvrdená.

kadmium; odrody maku; diferenčná pulzná rozpúšťacia voltametrie; odrodová a lokálna závislosť

Medzi významné kvalitatívne ukazovatele rastlinných produktov patrí aj obsah ťažkých kovov, dôležitý z hľadiska hygienicko-toxicologického. V rámci štúdia obsahu toxických prvkov v požívatinách sme v Centrálnom analytickom laboratóriu Výskumného ústavu potravinárskeho v Bratislave sledovali výskyt kadmia okrem dominantných surovín cereálnych výrobkov (múka, cukor) aj v niektorých prísadách a náplniach, používaných v pekárskom priemysle, aby sa mohol posúdiť aj ich podiel na prípadnej kontaminácii finálneho cereálneho výrobku kadmium. Okrem iného sme sa zamerali na štúdium obsahu kadmia v maku, ktorého využitie v potravinárstve je v našich podmienkach prakticky výhradne viazané na cereálne výrobky, či už vo forme rôznych náplní a nátierok alebo ako posýpka.

Skúmali sme vplyv použitej odrody plodiny, pestovateľskej lokality a roku zberu na výskyt kadmia v maku. Cieľom práce bolo okrem zistenia hladiny kadmia v odrodách maku pestovaných u nás porovnať zistený stav kontaminácie s platnými čs. limitmi.

MATERIÁL A METÓDA

Stanovovali sme obsah kadmia v týchto vzorkách:

1. Z Výskumnej stanice olejnin v Opave (OSEVA — VŠÚTPL, Šumperk-Temenice) sme získali priemerné vzorky desiatich odrôd maku z rôznych rokov zberu (bez udania pestovateľskej lokality):

1. Amarín	1987
2. Dubník	1987
3. Dubský Stříbrošedý	1983
4. Dětenický Bělosemenný	1987
5. Azur	1986
6. Hanácký Modrý	1986
7. Novinka 198	1983
8. Marianne	1983
9. Stupický Bělosemenný	1987
10. MS-13	1984

2. U odrôd Azur (1986) a Hanácký Modrý (1986) sme zistili podstatne vyšší obsah kadmia ako u ostatných ôsmich analyzovaných odrôd maku (tab. I), preto sme si vyžiadali z VSO v Opave vzorky týchto dvoch odrôd maku z niekoľkých rokov zberu a z viacerých pestovateľských lokalít, aby sme mohli posúdiť, či zvýšená koncentrácia kadmia u týchto dvoch vzoriek je vlastnosťou odrodovou, alebo či ide o závislosť na agroekologických podmienkach v pestovateľskej lokalite (napr. imisie, hnojenie fosfátovými hnojivami s vysokým obsahom kadmia atď.). Na základe našej požiadavky sme z VSO v Opave získali tieto priemerné vzorky maku:

odroda	pestovateľská lokalita	rok zberu
Hanácký Modrý	pozemok Dolní Životice	1986
Hanácký Modrý	pozemok Dolní Životice	1987
Hanácký Modrý	záhrada VSO Opava	1982
Hanácký Modrý	ŠS Slapy S1	1985
Azur	pozemok Dolní Životice	1986

3. Zo Šľachtiteľskej stanice Trebišov (VÚRV, Piešťany) sme získali a analyzovali tieto dve odrody maku:

odroda	pestovateľská lokalita	rok zberu
Dubník	Malý Šariš	1986
MS-20	Malý Šariš	1986

4. Mak, zakúpený v predajni Zelenina a ovocie vo Vyskej pri Morave, neznámej odrody, pestovateľskej lokality a roku zberu, išlo o náhodnú vzorku z maloobchodu.

5. Vzorka mletého maku neznámej odrody, lokality pestovania a roku zberu, odobraná priamo z výroby ako surovina pre výrobu makovej plnky. Odber sa uskutočnil v pekárskom a cukrárenskom kombináte v Dúbravke (Bratislava).

6. Hotová maková plnka, určená na plnenie piškôtok, odobraná z bratislavskej piškôtárne na Kollárovo námestí. Zloženie plnky bolo: 12,75 kg maku (neznámej odrody, lokality pestovania a roku zberu); 18,75 kg miešanej marmelády; 5,25 kg cukru; 7,00 l vody.

Na meranie obsahu kadmia v uvedených vzorkách maku, resp. makovej plnky sme použili metódu diferenčnej pulznej rozpúšťacej voltametrie na visiacej ortufovej kvapkovej elektróde s použitím čs. polarografického analyzátoru PA 3 v spojení so statickou ortufovou kvapkovou elektródou SMDE 1 v kombinácii s plošným súradnicovým zapisovačom XY 4105. Analyzátor vyrába podnik Laboratorní přístroje, k. p.

Príprava vzorky na stanovenie spočívala v mineralizácii ca 5 g navážku vzorku suchou cestou v kremenných kelímkoch pri teplote 450 °C v muflovej peci s presne regulovateľným teplotným režimom. Mineralizáciu sme robili podľa postupu uvedeného v norme ST SEV 4877-84 (1). Získaný popol bol rozpustený v definovanom množstve základného elektrolytu $c(\text{HNO}_3) = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Obsah kadmia bol určený metódou štandardného prípravku do roztoku vzorky po mineralizácii, aby výsledná koncentrácia pridaného kadmia bola $0,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ meraného roztoku. Získané voltametrické krivky, zobrazujúce závislosť zmeny intenzity prúdu od lineárne sa meniaceho polarizačného napätia, obsahovali za uvedených pracovných podmienok oxidačný pik pre kadmium s maximom pri potenciáli -600 mV .

Podmienky pri aplikácii použitej analytickej metódy:

- spôsob práce: diferenčný pulzný v dusíkovej atmosfére;
- trojelektrodové zapojenie:
 - a — merná visíaca ortuťová kvapková elektróda (HMDE);
 - b — referenčná nasýtená kalomelová elektróda (SCE);
 - c — pomocná platínová elektróda;
- počiatočný potenciál: -700 mV;
- rozsah polarizačného napätia: $0,7$ V (t. j. -700 až 0 mV);
- dĺžka doby elektrolýzy: 360 s;
- veľkosť Hg-kvapky: 160 ms (dĺžka doby otvorenia ihlového ventilu v sedle kapiláry);
- rýchlosť nárastu polarizačného napätia: 20 mV $\cdot$ s $^{-1}$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky štúdia obsahu kadmia v uvedených vzorkách sú zhrnuté v tab. I až IV. Zistené koncentrácie kadmia sú vyjadrené formou aritmetických priemerov $\bar{x}$, počítaných z výsledkov piatich paralelných analýz (celý postup vrátane mineralizácie), ako aj rozpätím stanovených hodnôt (t. j. najnižšie a najvyššie nájdené množstvo).

Ako je zrejmé z tab. I, z desiatich analyzovaných odrôd maku sme najvyšší obsah zistili v odrodách Hanácký Modrý a Azur, obidve z roku zberu 1986. U týchto dvoch odrôd bol priemerný obsah kadmia ca štyrikrát vyšší, ako u ostatných analyzovaných odrôd, s výnimkou odrôd

I. Obsah kadmia v desiatich odrodách maku (Opava) — Cadmium content in ten varieties of poppy (Opava)

Číslo vzorky	Odroda	Rok zberu	Obsah Cd (mg $\cdot$ kg $^{-1}$)
			$\bar{x}$ (rozpätie)
1	Amarin	1987	0,392 (0,340—0,420)
2	Dubník	1987	0,410 (0,390—0,441)
3	Dubský Stříbrošedý	1983	0,378 (0,280—0,496)
4	Dětenický Bělosemenný	1987	0,701 (0,574—0,790)
5	Azur	1986	1,507 (1,250—1,989)
6	Hanácký modrý	1986	1,775 (1,330—2,024)
7	Novinka 198	1983	0,145 (0,100—0,170)
8	Marianne	1983	0,266 (0,226—0,300)
9	Stupický bělosemenný	1987	0,357 (0,260—0,510)
10	MS-13	1984	0,833 (0,760—0,930)

Vzorky 5 a 6 nie sú totožné so žiadnou zo vzoriek, uvedených v tab. II.

II. Obsah kadmia v dvoch odrodách maku v závislosti od pestovateľskej lokality a roku zberu (Opava) — Cadmium content in two varieties of poppy in dependence on the locality of growing and year of harvest (Opava)

Odroda	Pestovateľská lokalita	Rok zberu	Obsah Cd (mg.kg ⁻¹)
			$\bar{x}$ (rozpätie)
Hanácký modrý	pozemok Dolní Životice	1986	1,375 (1,140—1,609)
Hanácký modrý	pozemok Dolní Životice	1987	0,445 (0,384—0,483)
Hanácký modrý	záhrada VSO Opava	1982	0,290 (0,275—0,319)
Hanácký modrý	ŠS Slapy S ₁	1985	0,383 (0,309—0,450)
Azur	pozemok Dolní Životice	1986	1,376 (1,074—1,600)

III. Obsah kadmia v dvoch odrodách maku (Třebíšov) — Cadmium content in two varieties of poppy (Třebíšov)

Odroda	Pestovateľská lokalita	Rok zberu	Obsah Cd (mg.kg ⁻¹)
			$\bar{x}$ (rozpätie)
Dubník	Malý Šariš	1986	0,876 (0,518—1,393)
MS-20	Malý Šariš	1986	0,787 (0,624—1,020)

MS-13 a Dětenický Bělosemenný, u ktorých sme zistili ca polovičnú koncentráciu kadmia ako u odrôd Hanácký Modrý a Azur.

Pretože sme chceli zistiť, či ide o závislosť odrodovú alebo lokalitnú, požiadali sme VSO v Opave o zaslanie vzoriek odrôd Hanácký Modrý a Azur z viacerých pestovateľských lokalít a rokov zberu. Takto sme získali štyri priemerné vzorky odrody Hanácký Modrý zo štyroch pestovateľských lokalít a z rôznych rokov zberu a jednu vzorku maku odrody Azur s definovanou pestovateľskou lokalitou a rokom zberu. Z tab. II vyplýva, že odrodová závislosť sa nepotvrdila. Naopak, tá istá odroda maku vykazuje rozdielny obsah kadmia v závislosti od pestovateľskej lokality a aj od roku zberu. Kým odroda Hanácký Modrý, pestovaná v záhrade VSO v Opave, mala priemernú koncentráciu kadmia iba 0,290 mg.kg⁻¹, tá istá odroda, pestovaná v roku 1986 na pozemku Dolní Životice, mala priemerný obsah kadmia až 1,375 mg.kg⁻¹. Pretože aj odroda maku Azur, pestovaná v roku 1986 na pozemku Dolní Životice, sa vyznačovala vysokým priemerným obsahom kadmia, dá sa predpokladať, že v roku 1986 sa v tejto pestovateľskej lokalite vyskytla kontaminácia kadmium, či už z aplikovaných fosfátových hnojív s vyšším obsahom kadmia, alebo z iného zdroja. Už o rok neskôr (1987) v tej istej lo-

IV. Obsah kadmia v náhodnej vzorke z maloobchodu, v mletom maku z pekárenského a cukrárenského kombinátu v Dúbravke a v hotovej makovej plnke — Cadmium content in a random sample from retail sales, in ground poppy from the baking and confectionery combine at Dúbravka and in ready-made poppy filling

Analyzovaná vzorka	Pôvod vzorky	Obsah Cd (mg. kg ⁻¹)
		$\bar{x}$ (rozpätie)
Vzorka maku z maloobchodu	predajňa Zelenina-ovocie vo Vysokej pri Morave	0,541 (0,360—0,710)
Mletý mak	odobraný priamo z výroby v pekárskom a cukrárenskom kombináte v Dúbravke	0,413 (0,351—0,473)
Hotová maková plnka	odobraná z bratislavskej pirôžkárne na Kollárovom námestí	0,096 (0,062—0,126)

kalite odroda Hanácký Modrý vykazovala priemerný obsah kadmia takmer o 70 % nižší ako v roku 1986.

Zhruba sa dá konštatovať, že okrem uvedených dvoch extrémnych prípadov priemernej koncentrácie kadmia nad 1,5 mg. kg⁻¹ sme u štyroch analyzovaných odrôd maku (MS-13, Dětenický Bělosemenný a obidve odrody z pestovateľskej lokality Malý Šariš) zistili priemerné koncentrácie kadmia v rozpätí od 0,7 do 0,88 mg. kg⁻¹.

U ostatných šiestich analyzovaných odrôd, ako aj u vzorky maku z maloobchodnej siete a u mletého maku, odobraného priamo z výroby, bol zistený priemerný obsah kadmia v rozsahu 0,145 až 0,541 mg. kg⁻¹.

Z tab. IV je zrejmé, že už hotová maková plnka má priemerný obsah kadmia oveľa nižší (0,096 mg. kg⁻¹) najmä preto, že použitý mak tvorí iba jednu tretinu použitých surovín. Zisťovali sme obsah kadmia aj v ostatných zložkách makovej plnky, t. j. v cukre a v miešanej marmeláde. Merateľný obsah sme u nich nezistili, čiže možno konštatovať, že jeho koncentrácia v týchto surovinách je pod prahom citlivosti použitej metódy stanovenia.

Platné čs. predpisy, určujúce najvyššie prípustné množstvá kadmia v požívatinách (Vest. Minister. Zdrav. SSR, 1986), neuvádzajú konkrétne pre mak najvyšší povolený obsah kadmia. Nami skúšané odrody maku, pestované v čs. podmienkach v rôznych pestovateľských lokalitách, v rokoch zberu 1982 až 1987 vykazovali priemernú koncentráciu kadmia 0,697 mg. kg⁻¹ [aritmetický priemer výsledkov zo všetkých 95 meraní]. Uvádzané výsledky môžu v budúcnosti prispieť pri rozširovaní platných hygienických predpisov o limity pre ďalšie konkrétne typy požívatín.

Literatúra

PRUGAROVÁ, A. — KOVÁČ, M. — MAJERECHOVÁ, M.: Kontaminácia cereálií a cereálnych výrobkov olovom a kadmium. Sbor. ÚVTIZ — Potr. Vědy, 6, 1988, č. 4. Vest. Minist. Zdrav. SSR, roč. 34, čiast. 12—13, 31. 7. 1986: Úprava o hygienických požiadavkách na cudzorodé látky v požívatinách — zmena. ST SEV 4877-84: Metody mineralizace vzorků před stanovením těžkých kovů v požívatinách.

Došlo dňa 22. 7. 1988

ПРУГАРОВА, А. — КОВАЧ, М. — КАРОЛЬ, П. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности, Братислава): *Содержание кадмия в сортах мака*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 719-724.

Приводятся результаты определения кадмия в сортах мака, выращиваемого в разных районах ЧССР, при его сборе 1982—87 гг. Разработки связаны с предшествующим мониторингом доминантных видов сырья зерновых продуктов (Пругарова и кол., 1988), но на этот раз мак служил для производства зерновых продуктов для приготовления начинок и посыпок. Кадмий определяли в образцах мака и в начинках по методу дифференциальной пульсовой растворимой вольтаметрии на висящем ртутном капельном электроде с помощью чсл. полярограф-анализатора ПА 3. Данные свидетельствуют о зависимости содержания кадмия от района его выращивания, тогда как сорт влияния не оказывает.

кадмий; сорта мака; дифференциальная пульсовая растворимая вольтаметрия; зависимость от района и сорта

PRUGAROVÁ, A. — KOVÁČ, M. — KAROL, P. (Research Institute of Food Industry, Bratislava): *Cadmium Content in Poppy Varieties*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 719-724.

Cadmium content was investigated in poppy varieties, grown in Czechoslovak conditions at different localities; the results of investigation from the harvest years 1982—1987 are presented. The present paper is a continuation of previous monitoring of the main raw materials in cereal products (Prugarová et al., 1988); in this study poppy was investigated as a raw material used in fillings and as sprinkles in cereal products. Cadmium in poppy samples and in samples of poppy filling was detected by the method of differential pulse stripping voltammetry on a suspended mercury dropping electrode using a Czechoslovak-made polarographic analyzer PA 3. The results demonstrate a dependence of cadmium content in poppy on the locality of growing; the varietal dependence was not confirmed.

cadmium; poppy varieties; differential pulse stripping voltammetry; varietal and locality dependence

PRUGAROVÁ, A. — KOVÁČ, M. — KAROL, P. (Forschungsinstitut der Lebensmittelindustrie, Bratislava): *Kadmiumgehalt im Mohn*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 719-724.

Es werden Ergebnisse des Studiums zum Kadmiumgehalt in verschiedenen, unter Bedingungen der ČSSR auf unterschiedlichen Lokalitäten angebauten Mohnsorten aus den Erntejahren 1982 bis 1987 angeführt. Die Arbeit knüpft thematisch an die vorhergehende Monitorierung dominanter Rohstoffe für Zerealienprodukte an (Prugarová et al., 1988), wobei wir uns diesmal auf den Mohn als einen der bei der Zerealienprodukteherstellung zur Zubereitung von Füllungen und Streusel angewandten Rohstoffe orientierten. Das Kadmium in Mohn- und Mohnfülleproben ermittelten wir mittels der Methode der Differenzierungs-Pulsationslösungsvoltammetrie auf hängender Quecksilbertropfelektrode unter Anwendung des tschechoslowakischen polarographischen Analysators PA 3. Die gewonnenen Ergebnisse weisen auf eine Abhängigkeit des festgestellten Kadmiumgehalts im Mohn von der Anbaulokalität hin, während eine sortenbedingte Abhängigkeit nicht bestätigt werden konnte.

Kadmium; Mohnsorten; Differential-Pulsinversvoltammetrie; sorten- und standortbedingte Abhängigkeit

Adresa autorov:

Ing. Anna Prugarová, CSc., Ing. Milan Kováč, CSc., Peter Karol, Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava

PROBLEMATIKA MNOŽENÍ CUKROVKY

(*BETA VULGARIS* L. VAR. *SACCHARIFERA*) *IN VITRO*

M. Kubaláková

KUBALÁKOVÁ, M. (Ústav experimentální botaniky ČSAV, Olomouc): *Problematika množení cukrovky (Beta vulgaris L. var. saccharifera) in vitro*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 725-731.

K pokusu jsme použili pylově sterilní linie cukrovky 22 003 a 84 401. Bakteriální kontaminaci z izolovaných vrcholů jsme odstranili kultivací na médiu doplněném streptomycinem. Pro množení jsme zkoušeli sedm cytokininů a z nich jsme vybrali optimální kombinaci 2,5 μ M 6-benzylaminopurinu a 2,5 μ M kinetinu. Pro zakořeňování jsme testovali různé kombinace základních médií a regulátorů. Nejlépe se osvědčilo přímé zakořeňování ve sterilním půdním substrátu s použitím práškového stimulatoru AS-1, kdy zakořeňovalo 75 %.

cukrovka; rozmnožování *in vitro*; zakořeňování *in vitro*; bakteriální kontaminace

V závislosti na zvoleném postupu můžeme při kultivaci rostlinných explantátů získat při tzv. mikropropagaci klonové potomstvo, které se významně neliší genotypově od donorové rostliny. Na druhé straně, při volbě odlišného postupu je možné získat rostliny s tzv. somoklonální variabilitou. Pro vznik variability je kritická dediferenciace pletiv a jejich opětovná diferenciaci v rostlinu.

Vytvářejí-li se regeneranti indukci axilárních nebo i adventivních pupenů na diferencovaných pletivech, je výskyt variantních typů silně omezen. To je v podstatě základní princip mikropropagace. Tento postup se ukázal vhodný u velkého množství kulturních rostlin, mj. i u cukrovky (Atanasov, 1976).

Jako primárního explantátu bylo použito: vrcholů sterilně naklíčených rostlin, hypokotylu, úžlabních pupenů kvetoucích rostlin, květních částí, řapíků a listů (Margara, 1977; Hussey, Hepher, 1978; Atanasov, 1980; Miedema, 1980, 1982b; Schwabe, 1980; Coumans — Gilles et al., 1981; Saunders, 1982; Iljenko, 1983).

Schopnost tvorby nových pupenů je silně závislá na genotypu. Uvádí se multiplikační poměr až 50 nově vytvořených vrcholů na jeden explantát. Různé laboratoře používají různá základní média: Murashige, Skoog (1962) — MS, Linsmayer, Skoog (1965) — LS, Gamborg et al. (1968) — B5, White (1963) — WH, Margara (1977) — N 30K, De Greef, Jacobs (1979) — PG. Médium je vždy doplněno cytokininem, nejčastěji BAP; v koncentraci 1 až 10 μ M.

Použili jsme pylově sterilní linie cukrovky 22 003 a 84 401 ze Šlechtitelské stanice Kralice na Hané. Izolovali jsme úžlabní pupeny z kvetoucích lodyh rostlin, u kterých už byla ověřena v polních podmínkách pylová sterilita, nebo úžlabní pupeny vyrůstající po obvodu bulvy. Po důkladném omytí tekoucí vodou jsme použili tuto sterilizaci: opláchnutí 70% etanolem; aplikace 5% chlorového vápna (30 min); aplikace 5% chloraminu B (30 min); opláchnutí 70% etanolem; promytí sterilní destilovanou vodou (3 x).

Z vysterilizovaných pupenů jsme izolovali vrcholy o velikosti 2 mm. K odstranění vnitřní bakteriální kontaminace jsme používali 100 mg.l⁻¹ streptomycinu v tekutém médiu, sterilizovaném přes bakteriální filtr Sartorius (průměr póru 0,2 μm). Kultivace na tomto médiu jsme prováděli dvěma způsoby — ve zkumavkách na můstcích z filtračního papíru nebo v Erlenmeyerových baňkách umístěných na třepače. Do zkumavek jsme umísťovali vrcholy velikosti do 5 mm jednotlivě, do Erlenmeyerových baňek jsme dávali pět vrcholů do jedné baňky. Zkoušeli jsme délku působení média se streptomycinem ve zkumavkách po dobu čtyř až osmi týdnů a v Erlenmeyerových baňkách po dobu jednoho až osmi dnů. Po aplikaci streptomycinu jsme zjišťovali sterilitu materiálu na agarovém médiu doplněném 1 g.l⁻¹ kvasičného extraktu Difco.

Pro množení jsme používali modifikované médium MS, u kterého byla koncentrace makro- a mikroelementů snížena na polovinu, z vitamínů byl použit pouze thiamín v množství 0,5 mg.l⁻¹ a sacharóza byla snížena na 20 g.l⁻¹. Médium bylo doplněno 5 μM 6-benzylaminopurinu (BAP) nebo 5 μM kinetinu. Zkoušeli jsme také účinky těchto cytokininů (v koncentraci 5 μM):

- 6-benzylaminopurin ribosid — BAPR
- 6-(*o*-hydroxybenzylamino)purin ribosid — *o*-OH-BAPR
- 6-(*m*-hydroxybenzylamino)purin ribosid — *m*-OH-BAPR
- zeatin ribosid — ZR
- 6-(2-isopentonylamino)purin ribosid - ipR
- 6-(2-isopentenylamino)purin - ip
- kinetin - Kin
- kontrola bez regulátorů

Cytokiny *o*-OH-BAPR a *m*-OH-BAPR nám poskytl dr. T. Vaněk z VÚOCHB v Praze, který je syntetizoval.

Pro zakořeňování rostlin jsme zkoušeli různé modifikace média MS (Harms et al., 1983; Miedema 1982a; Rogozinska, Goska, 1978), úpravu média (Gamborg, 1968; Atanasov, 1980) a médium (Welander, 1974). Dále jsme zkoušeli 12 variant média MS s plnou nebo poloviční koncentrací minerálních solí, 10 nebo 30 mg.l⁻¹ sacharózy, doplněné 0,5 μM IBA (β-indolylmáslná kyselina) nebo NAA (α-naftylactová kyselina). U všech variant bylo zkoušeno zakořeňování rostlin vytvořených na médiu s BAP i s kinetinem. Všechny kultury byly kultivovány v boxu při 16h osvětlení bílými zářivkami o intenzitě 4000 lx a teplotě 18 až 22 °C.

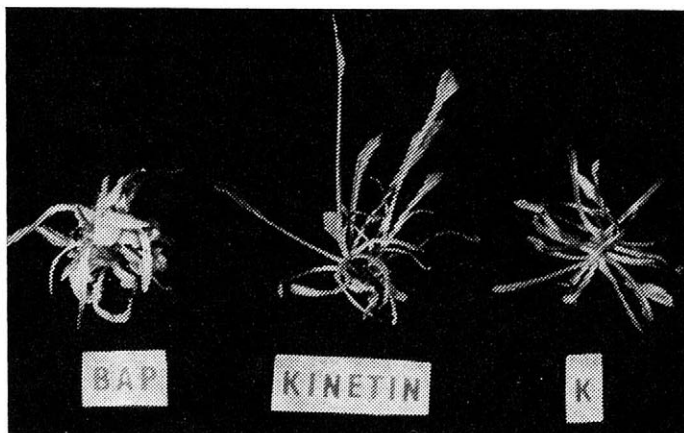
Zkoušeli jsme také přímé zakořeňování v nádobách z plexiskla se sterilním půdním substrátem po ošetření báze práškovým stimulem AS-1.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Při zakládání kultury byla vždy asi 50% kontaminace, způsobená nedostatečnou povrchovou sterilizací explantátů. Vyšší koncentrace sterilizačních činidel však nebylo možné použít, protože docházelo k poškození explantátu.

Kromě povrchové kontaminace dochází u řepy také k vnitřní bakteriální infekci (Atanasov, 1986; Jacobs et al., 1985; Seman, 1984), která může často zůstat dlouho bez projevu a objeví se až při zhoršení kultivačních podmínek, např. při nedodržení subkultivačního intervalu. Pro odstranění infekce jsme zkoušeli dva způsoby aplikace streptomycinu.

1. Vliv BAP a kinetinu na morfolonii prýtlů vzniklých *in vitro* — The effects of BAP and kinetin on shoot morphology *in vitro*



Lépe se osvědčila aplikace v Erlenmeyerových baňkách na třepačce, kde celé explantáty byly omývány médiem se streptomycinem. Dostatečná délka aplikace byla po dobu osmi dní. Po přenesení na médium s kvasničným extraktem byla kultura zcela bez kontaminací a nedocházelo k úhynu explantátu. Při aplikaci ve zkumavkách byla nutná delší doba působení, až osm týdnů. Ani po této době nebyly ve všech případech mikroorganismy odstraněny. Navíc docházelo u některých explantátů k tvorbě kalusu na bázi nebo vyvíjející se prýty černaly a odumíraly. Nedostatečná aplikace antibiotika se projevila během jednoho týdne po přenesení na médium s kvasničným extraktem. Na bázi prýtlů se vytvářela kolonie bakterií.

Pro množení jsme používali médium doplněné 5 μM BAP, kde docházelo k velkému množení prýtlů, které však byly krátké a ztlustlé a hůře zakořeňovaly. Proto v pasáži předcházející před zakořeňováním jsme rostliny přenášeli na médium s 5 μM kinetinu, na kterém prorůstaly prýty normálního charakteru (obr. 1). Na tomto médiu dochází k množení mnohem méně, proto jeho trvalé použití je nevýhodné. Lze použít médium s 2,5 μM BAP a 2,5 μM kinetinu, na kterém se nevýhody obou cytokininů vyrovnávají, jak ukázal provedený pokus (tab. I). Zkoušeli jsme také účinky dalších látek cytokininové povahy u linie 22 003 (tab. II a obr. 2). Největší počet nově vytvořených prýtlů na jeden nasazený byl zjištěn u *m*-OH-BAPR. Účinek *o*-OH-BAPR byl téměř shodný se ZR.

I. Vliv kombinace fytohormonů na množení prýtlů u vybraných linií cukrovky — The effect of phytohormone combinations on shoot multiplication in selected sugar beet lines

Genotyp	Médium					
	kinetin		BAP		kinetin + BAP	
	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	<i>n</i>	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
22 003	38	2,6 $\pm$ 0,24	41	3,50 $\pm$ 0,22	30	4,13 $\pm$ 0,23
84 401	19	2,7 $\pm$ 0,29	15	3,13 $\pm$ 0,38	21	4,24 $\pm$ 0,41

II. Vliv vybraných cytokininů na počet a charakter nově vytvořených prýtů u cukrovky (šlechtitelská linie 22 003) — The effects of selected cytokinins on the number and type of newly-formed shoots in sugar beet (breeding line 22 003)

Číslo varianty	Cytokinin	Počet nově vytvořených prýtů/1 explantát $\bar{x} \pm s_x$	Délka prýtů (cm)	Tvar listů
1	BAPR	nehodnoceno	1–2	úzké
2	<i>o</i> -OH-BAPR	$2,78 \pm 0,47$	3–5	normální
3	<i>m</i> -OH-BAPR	$5,41 \pm 0,73$	1–2,5	úzké
4	ZR	$2,56 \pm 0,39$	3–7	normální
5	ipR	nevytvořily se	3–5	normální
6	ip	$1,87 \pm 0,46$	3–7	normální
7	Kin	$1,91 \pm 0,35$	4–6	úzké
8	BAP	$3,81 \pm 0,37$	2–3	úzké
K	bez regulátorů	$2,21 \pm 0,24$	2–3	úzké

$n = 15$

Oba dva nové cytokininy mají vysoký účinek na zmnožení prýtů a daly by se s výhodou používat v kulturách *in vitro*.

K zakořeňování jsme používali nejdříve šest variant různých agarových médií podle literatury. Nejlepší z nich bylo modifikované médium MS (Miedema, 1982), na kterém kořenilo 32 % rostlin. Na ostatních médiích docházelo často k tvorbě kalusu, černání a odumírání rostlin.

V dalším pokusu jsme zkoušeli 12 variant média MS (obr. 3). K zakořeňování jsme používali prýty vzniklé jak na médiu s BAP, tak i s kinetinem ($n = 20$). Jako nejlepší se ukázala varianta s plnou dávkou makro- a mikroelementů ($30 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ sacharózy a $5 \mu\text{M}$ NAA), na které ko-



2. Srovnání účinků sedmi různých cytokininů — Comparison of the effects of seven cytokinins

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1 — BAPR | 5 — ipR |
| 2 — <i>o</i> -OH-BAPR | 6 — ip |
| 3 — <i>m</i> -OH-BAPR | 7 — Kin |
| 4 — ZR | K — kontrola bez regulátoru |

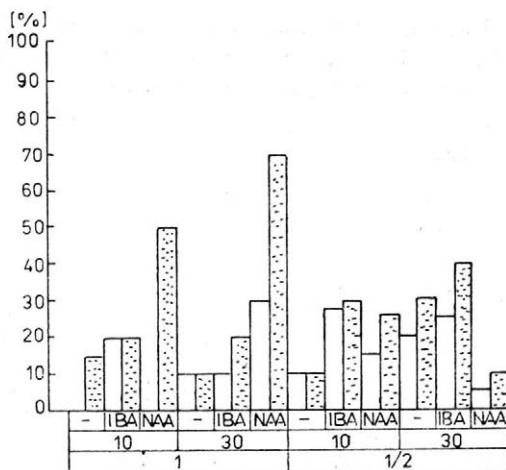
3. Vliv minerálního složení média, sacharózy a auxinů na zakořeňování prýtů *in vitro* (‰) — The effects of the mineral composition of the medium, saccharose and auxins on shoot rooting *in vitro* (‰)

1 — plná koncentrace minerálních solí;
1/2 — poloviční koncentrace minerálních solí

10, resp. 30 — g/l sacharózy; 0,5 μ M IBA, resp. NAA

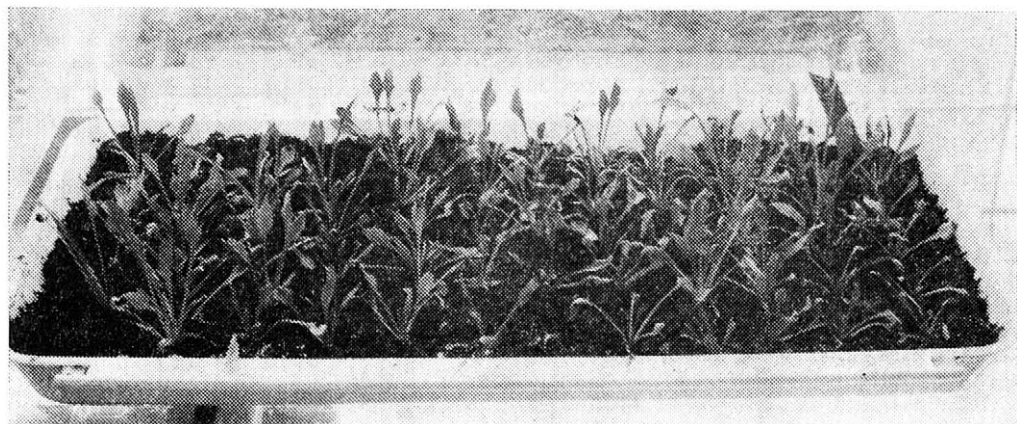
□ v předchozí pasáži na BAP;

▤ v předchozí pasáži na kinetinu



řeno 70 % prýtů. U takto zakořeňovaných rostlin docházelo však ke ztrátám při přenosu do nesterilních podmínek. V agarovém médiu se vytvářely větvené kořeny, ze kterých nebylo možné vymýt agarové médium beze zbytku, a proto ve skleníkových podmínkách často uhnívaly. Proto jsme přikročili k přímému zakořeňování ve sterilním půdním substrátu po ošetření báze práškovým stimulatorem AS-1. K zakořeňování jsme používali pouze prýty z média s kinetinem. Byly umístěny v průsvitných nádobách z umělé hmoty (obr. 4) v kultivačním boxu při teplotě $25 \pm 3^\circ\text{C}$ a 16h osvětlení bílými zářivkami. Kořeno 75 % prýtů a při přenosu do skleníkových podmínek nedocházelo k úhynu rostlin. Zároveň je tento způsob zakořeňování časově nejméně náročný.

Při zakořeňování vytvářely rostliny vždy několik bočních kořenů. Při přesazení do skleníků jeden z nich vytvořil během několika měsíců bulvu. Ke kvetení rostlin získaných v podmínkách *in vitro* byla vždy nutná jarovizace bez ohledu na to, ze kterého vývojového stadia rostliny byl odebraný explantát. Rostliny po jarovizaci v klimatizované komoře Šlechtitelské stanice Kralice na Hané byly na jaře vysázeny na pole



4. Zakořeňování prýtů ve sterilním půdním substrátu — Shoot rooting in a sterile soil substrate

a byla u nich hodnocena fertilita pylu. Výsledky získané v našich pokusech, zejména použití streptomycinu k odstranění vnitřní bakteriální kontaminace a přímé zakořeňování ve sterilním půdním substrátu, je možné využít při množení šlechtitelsky cenných genotypů ke zvýšení výťažnosti metody.

Literatura

- ATANASOV, A. I.: Investigation of organogenetic ability of tissue and cell cultures of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) with a view to use them in genetics and breeding. [Doktorská disertace.] Sofia, 1976. Inst. Genet. Bulg. Acad. Sci.
- ATANASSOV, A. I.: Method for continuous bud formation in tissue cultures of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Z. Pfl.-Zücht., 84, 1980, s. 23-29.
- ATANASSOV, A. I.: Sugar beet. In: Handbook of Plant Cell Culture — Techniques and Applications. D. A. EVANS, W. R. SHARP, P. V. AMMIRATO (eds): New York, MacMillan Publ. Comp. 1986, s. 652-680.
- COUMANS-GILLES, M. F. — KEVERS, C. — COUMANS, M. — CEULEMANS, E. — GASPAR, T.: Vegetative multiplication of sugar beet through *in vitro* culture in inflorescence pieces. Pl. Cell Tissue Organ Cult., 1, 1981, s. 93-101.
- DE GREEF, W. — JACOBS, M.: *In vitro* culture of the sugar beet: Description of a line with high regeneration capacity. Pl. Sci. Lett., 17, 1979, s. 55-61.
- GAMBORG, O. L. — MILLER, R. A. — OJIMA, K.: Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. Exp. Cell Res., 50, 1968, s. 151-158.
- HARMS, CH. T. — BAKTIR, I. — OERTO, J. J.: Clonal propagation *in vitro* of red beet (*Beta vulgaris* ssp.) by multiple adventitious shoot formation. Pl. Cell Tissue Organ Cult., 2, 1983, s. 93-102.
- HUSSEY, G. — HEPHER, A.: Clonal propagation of sugarbeet plants and the formation of polyploids by tissue culture. Ann. Bot., 42, 1978, s. 477-479.
- ILIENKO, H.: Microclonal propagation and storage *in vitro* of breeding material of sugar beet. Physiol. Biochem. Cultiv. Plant. (USSR), 15, 1983, s. 351-355.
- JACOBS, M. J. — BUGBEE, W. M. — GABRIELSON, D. A.: Enumeration, location and characterization of endophytic bacteria within sugarbeet roots. Can. Bot., 63, 1985, s. 1262-1265.
- LINSMAYER, E. M. — SKOOG, F.: Organic growth factor requirements of tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 18, 1965, s. 100-127.
- MARGARA, J.: La multiplication végétative de la betterave (*Beta vulgaris* L.) en culture *in vitro*. Paris, C. R. Acad. Sci. D 285, 1977, s. 1041-1044.
- MIEDEMA, P.: A tissue culture technique for vegetative propagation and low temperature preservation of *Beta vulgaris*. Euphytica, 31, 1982a, s. 635-643.
- MIEDEMA, P.: Vegetative propagation of *Beta vulgaris* by leaf cuttings with axillary buds. Euphytica, 31, 1982b, s. 771-772.
- MIEDEMA, P. — GROOT, P. J. — ZUIDGEST, J. H. M.: Vegetative propagation of *Beta vulgaris* by leaf cuttings. Euphytica, 29, 1980, s. 425-432.
- MURASHIGE, T. — SKOOG, F.: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant., 15, 1962, s. 473-497.
- ROGOZINSKA, J. — GOSKA, M.: Induction of differentiation and plant formation in isolated sugar beet leaves. Bull. Acad. Pol. Sci., 26, 1978, s. 343-346.
- SANUNDERS, J. W.: A feasible *in vitro* shoot culture propagation system for sugar beet that includes rapid floral induction of gametes. Crop Sci., 22, 1982, s. 1102-1105.
- SCHWABE, W. W.: A simple technique for vegetative propagation of sugar beet. Ann. Biol. appl., 94, 1980, s. 269-272.
- SEMAN, I.: Klonovanie cukrovej repy (*Beta vulgaris* L.) *in vitro*. Biologia, 39, 1984, s. 49-54.
- WELANDER, T.: Callus and root formation in explants of *Beta vulgaris*. Physiol. Plant., 32, 1974, s. 305-307.
- WHITE, P.: The cultivation of animal and plant cells. 2. vyd. New York, Ronald Press 1963.

Došlo dne 16. 5. 1988

КУБАЛАКОВА, М. (Институт экспериментальной ботаники, АН ЧССР — Оломоуц): **Проблематика размножения сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*) *in vitro***. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 725-731.

В опыте пользовались стерильной линией свеклы 22 003 и 84 401. Мы удалили бактериальное загрязнение из изолированных верхушек посредством культивирования в среде со стрептомицином. Для размножения мы испытали 7 цитокининов, из которых мы составили оптимальные комбинации 2,5 μ M 6-бензиламинопурина и 2,5 μ M кинетина. Для укоренения тестировали разные комбинации основных субстратов и регуляторов. Наиболее себя оправдало прямое укоренение в стерильном почвенном субстрате с порошком-стимулятором AS-1, при котором укоренились 75 %.

свекла; размножение *in vitro*; укоренение *in vitro*; бактериальная контаминация

KUBALÁKOVÁ, M. (Institute of Experimental Botany of the Czechoslovak Academy of Sciences, Olomouc): **Problems Concerning *in vitro* Multiplication of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*)**. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 725-731.

Sterile sugar beet lines 22 003 and 84 401 were used in an experiment. Bacterial contamination of isolated apices was removed by cultivation on a medium supplemented with streptomycin. For multiplication seven cytokinins were tested and out of them an optimum combination of 2.5 μ M 6-benzylaminopurine and 2.5 μ M kinetin was selected. After rooting, various combinations of basal media and regulators were tested. Direct rooting in sterile soil substrate using the powder stimulator AS-1 proved the best (75% rooting).

sugar beet; *in vitro* multiplication; *in vitro* rooting; bacterial contamination

KUBALÁKOVÁ, M. (Institut für experimentelle Botanik der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Olomouc): **Problematik der Vermehrung der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*) *in vitro***. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 725-731.

Beim Versuch wurden pollensterile Linien der Zuckerrüben 22 003 und 84 401 angewandt. Die bakterielle Kontamination aus den isolierten Sproßspitzen wurde durch Kultivierung auf einem mit Streptomycin ergänzten Medium beseitigt. Für die Vermehrung wurden 7 Zytokinine geprüft, von denen als optimale Kombination 2,5 μ M 6-Benzylaminopurin und 2,5 μ M Kinetin ausgewählt wurden. Für die Bewurzelung wurden verschiedene Kombination von Basalmedien und Regulatoren getestet. Am besten hat sich eine direkte Bewurzelung in sterilem Bodensubstrat mit Anwendung des Puderstimulators AS-1 bewährt, wo die Bewurzelungsrate 75 % erreichte.

Zuckerrübe; *in vitro*-Vermehrung; *in vitro*-Bewurzelung; bakterielle Kontamination

Adresa autorky:

Ing. Marie Kubaláková, Československá akademie věd, Ústav experimentální botaniky, Sokolovská 6, 772 00 Olomouc

NITROGEN-FIXING BACTERIA IN NONLEGUMINOUS PLANTS

BAKTÉRIE FIXUJÍCÍ DUSÍK U ROSTLIN NEPATŘÍCÍCH K VIKVOVITÝM

J. Döbereiner, L. Pedrosa

Berlin — Heidelberg — New York — London — Paris — Tókyo, Springer Verlag;
(Brock/Springer Series in Contemporary Bioscience) Madison, Science Tech Publishers, 1987, 155 s.

Kniha shrnuje poznatky téměř čtyřicetiletého výzkumu, který prováděla Johanna Döbereinerová v Brazílii, kam se přestěhovala začátkem padesátých let. Tehdy ji upoutala skutečnost, že třtina a jiné brazilské traviny dávají neustále vysoké výnosy, aniž by byly hnojeny. Toto zjištění bylo v rozporu s fakty běžně udávanými při vysokoškolském studiu v Evropě a autorku přesvědčilo o tom, že tropické zemědělství musí mít řadu unikátních rysů, a to především proto, že prudké deště a rychlý rozklad organické hmoty v tropech musí působit velké ztráty živin, především dusíku.

V té době se běžně v literatuře uvádělo, že ani *Azotobacter*, ani jiné volně žijící diazotrofní baktérie nemohou proliferovat v rhizosféře trav, a že tudíž příspěvek těchto rostlin k úrodnosti půdy je zanedbatelný. Proto i na sdělení autorky ze začátku šedesátých let o selektivním množení *Beijerinckia* na kořenech cukrové třtiny a o existenci nových druhů *Azotobacter* v trávě *Paspalum* se pohlíželo s určitou skepsí. Po mnoha dalších letech experimentální práce se podařilo prokázat, že i v polních podmínkách může být dusík fixován v ekonomicky významné míře. Začátkem sedmdesátých let zjistila autorka spolu s dalšími kolegy z „Grass-N₂-Fixation Club“ schopnost kořenů trav pocházejících z Brazílie redukovat acetylén. Tyto kořeny obvykle neobsahovaly ani *Azotobacter*, ani *Beijerinckia*. Zanedlouho však byla potvrzena přítomnost organismů (*Azospirillum*) podobným vibriím, jejichž výskyt souvisel s redukcí acetylénu. Posléze byly formulovány tyto hypotézy (většina z nich je dnes již plně potvrzena) o fixaci dusíku v tropech:

1. *Azospirillum* se zcela běžně vyskytuje v půdě a na kořenech;
2. důvodem úspěšného využití polotuhých médií při izolaci mikroaerobních diazotrofů je jejich gradient O₂;
3. kořenová pletiva jsou infikována diazotrofy;
4. interakce rostlina—diazotrof existují;
5. fixace N₂ ve spojení s trávami může dosahovat ekonomicky významné míry.

Kniha je detailním rozbořem problematiky baktérií fixujících dusík, které asociují s kořeny rostlin. Je zaměřena především na mikroorganismy infikující kulturní plodiny, jež nepatří mezi vikvovité. Po stručném historickém úvodu je pojednáno o rodu *Azospirillum*, jeho vlastnostech, taxonomii, fyziologii, biochemii a genetice a o jeho ekologii. V následující kapitole se pojednává o dalších diazotrofech asociovaných s kořeny — jsou rozděleny na baktérie fakultativně anaerobní, mikroaerobní a aerobní. Čtvrtá kapitola je věnována mechanismům, fyziologii a biochemii interakcí rostlina—dusík fixujících baktérie. Následuje pojednání o experimentálních přístupech ke kvantitativnímu sledování fixace dusíku. Problematice praktických aplikací N₂-fixujících baktérií v zemědělství je věnována šestá kapitola. Na závěr shrnují autoři otázky možností a perspektivy fixace dusíku v zemědělské výrobě blízké budoucnosti. Kniha může být cennou příručkou nejen pro vědecké a výzkumné pracovníky, ale i pro agronomy a pracovníky široké zemědělské praxe.

RNDr. Ing. Josef Zahradníček, CSc.

VLIV VÝŽIVY A DOPLŇKOVÉ ZÁVLAHY NA PRODUKČNĚ ENERGETICKÉ A VÝNOSOTVORNÉ PRVKY U JETELE LUČNÍHO (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

F. Hrabě, E. Halva

HRABĚ, F. — HALVA, E. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv výživy a doplňkové závlahy na produkčně energetické a výnosotvorné prvky u jetele lučního (Trifolium pratense L.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 733-740.

Studium vlivu tří variant hnojení a doplňkové závlahy na předmětné charakteristiky jetele lučního (odrůda 'Kvarta') bylo provedeno v kukuřičné oblasti na stanovišti v Lednici na Moravě v letech 1983—1984 a 1984—1985. Porost byl založen podsevem do ovsa na píci. Průměrná roční produkce sušiny, vypočtená ze sklizně ovsa s podsevem v roce založení a následného užitého roku jetele lučního u porostu zavlažovaného (8,39 až 12,38 t/ha), byla ve srovnání s produkcí u nezavlažovaného porostu vyšší o 21,2 % (12,2 až 28 %). Podíl jetele v hmotnosti sušiny píce byl 69 až 80,0 % (závlaha). Vliv hnojení se projevil ve srovnání s variantou 11 let nehnojenou ($\bar{X}$ = 7,48 t/ha sušiny nezavlažovaný a 8,39 t/ha sušiny zavlažovaný porost) zvýšením při dávce fosforu 45 a draslíku 120 kg/ha o 37,4 a 41,1 % a při dvojnásobné dávce PK o 37,4 a 47,5 %. Co se týká energetických bilancí, tj. vyrovnaného nárůstu produkce energie sklizní a vstupů pro její tvorbu, je optimální úroveň dosaženo při střední úrovni hnojení v interakci se závlahou. Koeficienty EÚ (output : input) u této varianty jsou 9,70 až 10,80 %, produkce hrubé energie ze sušiny píce dosahuje 173 až 228 GJ/ha a vklad 17,7 až 20,9 MJ/ha. Podíl jednotlivých složek vkladu energie v oblasti přípravy půdy, setí, ošetřování, sklizně včetně odvozu je 18,3 %, osiva 4,2 %, hnojení 24,9 %, závlahy 16,4 %, ruční práce 2,6 % a mechanizačních a závlahových prostředků 33,6 %.

Trifolium pratense L.; závlaha; hnojení; energetická účinnost

Energetická náročnost rostlinné výroby — jak uvádějí Šimon, Zimová (1980), činí potřeba energie na zvýšení rostlinné produkce o 1 % trojnásobek — je vysoká a dosahuje u cukrovky a brambor až 37 GJ/ha. Z důvodů ekonomických a i ochrany životního prostředí je pozornost zaměřena na využití plodin s vysokou produkcí kvalitní biomasy při racionálním snižování vstupů ve formě dodatkové energie. K plodinám splňujícím uvedené požadavky patří víceleté jeteloviny, schopné nejen velmi dobře využívat sluneční energii, ale také pro nízkou potřebu dodatkové energie ve formě dusíkatých hnojiv, neboť mají schopnost využívat biologickou cestou dusík ze symbiózy s hlízko-
vými baktériemi. I přes tuto skutečnost podíl hlavních intenzifikačních faktorů (fosforečné a draselné hnojení a doplňkové závlahy) dosahuje v energetickém vyjádření 40 až 45 %. Posouzení jejich racionálního využití umožňují i bilance vstupů a výstupů energie do výrobního pro-

cesu. Metodické problémy těchto hodnocení uvádějí s odvoláním na další vědecká sdělení Hruška, Janíček (1981). U jetelovin je složitost těchto hodnocení komplikována jejich víceletostí. Z těchto důvodů má objektivní charakter srovnání experimentálních údajů zjištěných v přibližně shodných ekologických podmínkách a na základě podobných metodických postupů. Vzhledem k těmto shodným podmínkám je provedena komparace našich výsledků s údaji u hlavních polních plodin, které publikovali Zimolka, Janíček (1985).

MATERIÁL A METODA

Energetické charakteristiky byly stanoveny propočtem na základě zjištěné hmotnosti sklizené sušiny píce jetele lučního, odrůda 'Kvarta', pěstovaného bez závlahy a při doplňkové závlaze na zorněném lučním stanovišti v Lednici na Moravě v letech 1983–1984 (pokus A) a v letech 1984–1985 (pokus B) a ve vztahu k obsahu energie v 1 g sušiny píce jetele ($\bar{X} = 16,558$ MJ) a 1 g píce ovsa ($\bar{X} = 16,413$ MJ), zjištěnému vlastním měřením. Hodnocení je provedeno u tří variant hnojení ($H_1 = 11$ let bez hnojení, $H_2 = 45$ kg fosforu a 120 kg draslíku na ha; $H_3 = 90$ kg fosforu a 240 kg draslíku na ha). Dusíkem bylo hnojeno jen v roce založení aplikací dělené dávky před výsevem a po sklizni ovsa na píci u var. H_2 v množství 30/20 kg dusíku a u var. H_3 v množství 60/40 kg dusíku na ha. Ke stanovení energetických vstupů bylo použito přepočtu u hnojiv: 1 kg N = 76,3 MJ, P = 32,1 MJ, K = 10,8 MJ; závlaha 1 mm = 18,0 MJ, 1 h ruční práce = 25,66 MJ, 1 kg nafty = 35,275 MJ (při výpočtech vstupů jednotlivých agrotechnických operací). Vstup energie použitých mechanismů byl u všech variant jednotný (5321 MJ/ha) podle propočtu, který uveřejnili Hruška, Janíček (1981). Pro techniku závlah byl použit energetický vklad, který vypočetli Baňoch et al. (1980), tj. 500 MJ/ha. Příslušné energetické bilance, tj. hrubá (HP) a čistá (ČP) produkce v GJ/ha, využití energetických vkladů (REI v %) a účinnost vkladů (EÚ v %) byly vypočteny zvlášť pro jednotlivé roky (rok založení + užitkový rok) i jako průměr obou sklizňových let. Hodnoty týkající se výnosotvorných charakteristik byly zjišťovány odběrem reprezentativních vzorků z plochy 1 m² jednotlivých opakování a měřením fotoplanimetricky (LAI); elektrická kapacita kořenů v pF byla zjišťována měřením přístrojem KAMEK.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zhodnocení účinnosti vlivu výživy a doplňkové závlahy prostřednictvím energetických bilancí je na rozdíl od jiných polních plodin složitější z důvodů jejich víceletosti a i způsobu jejich založení. Zvláště při zakládání porostů podsevem do krycí plodiny (na zrno, eventuálně na píci) řada energetických vstupů společných pro obě porostové složky v roce zakládání se současně podílí, případně se bude podílet na produkci jeteloviny v následujícím roce. Z tohoto hlediska je vhodnější zvláště v případě, kdy krycí plodina je využívána pro výrobu píce, hodnotit efektivnost příslušného agrotechnického opatření z dosažených průměrných výnosových hodnot obou plodin za dva, případně tři roky, což potvrzují rozboru uvedené v tab. I. Např. vklady energie (20,9 až 28,6 GJ/ha) v roce založení jsou podle úrovně výživy a hnojení a množství doplňkové závlahy na úrovni vkladů u obilnin pěstovaných na zrno; přesahují však svou úrovní vklady z následného hlavního užitkového roku jetelovin o 54 až 55 %. Čistá produkce energie (GJ/ha) z hospodářského výnosu krycí plodiny a podsevu v roce založení je však na úrovni jen 50 až 70 % porostu jetele v následujícím užitkovém roce.

I. Energetické vklady, produkce (v GJ) a energetická účinnost (EÚ v %) u jetele lučního (Lednice na Moravě, 1983 až 1985) —
Energy inputs (in GJ) and energy efficiency (EÚ, %) in red clover (Lednice in Moravia, 1983 to 1985)

Pokus	Rok	Varianta hnojení	Bez závlahy					Doplňková závlaha				
			HP (GJ . ha ⁻¹)	vkład (GJ . ha ⁻¹)	ČP (GJ . ha ⁻¹)	REI (%)	EÚ (%)	HP (GJ . ha ⁻¹)	vkład (GJ . ha ⁻¹)	ČP (GJ . ha ⁻¹)	REI (%)	EÚ (%)
A	1983	H ₁	54,63	10,64	43,99	80,5	5,13	107,31	14,86	92,45	86,1	7,22
	založení	H ₂	77,31	17,32	59,99	77,6	4,46	139,67	21,55	118,12	84,6	6,48
	porostu	H ₃	85,53	24,07	61,46	77,8	3,55	135,39	28,29	107,10	79,1	4,78
	1984	H ₁	130,97	8,26	122,71	93,7	15,86	149,52	10,83	138,69	92,7	13,81
	užitkový	H ₂	136,93	11,13	125,80	91,9	12,30	207,14	14,21	192,93	93,1	14,58
	rok	H ₃	173,53	14,55	158,98	91,6	11,93	235,78	17,14	218,64	92,7	13,76
	průměr	H ₁	92,80	9,45	83,35	89,8	9,82	128,41	12,84	115,57	90,0	10,00
	1983—1984	H ₂	107,12	14,22	92,90	86,7	7,53	173,40	17,88	155,52	89,7	9,70
		H ₃	129,53	19,31	110,22	85,1	6,71	185,58	22,71	167,87	87,8	8,17
B	1984	H ₁	136,68	10,84	125,84	92,1	12,61	167,15	13,80	153,35	91,7	12,11
	založení	H ₂	174,33	17,57	156,76	89,9	9,92	228,35	20,93	207,42	90,8	10,91
	porostu	H ₃	173,15	24,15	149,00	86,0	7,17	225,76	26,24	199,52	88,4	8,60
	1985	H ₁	168,73	8,32	160,41	95,1	20,28	131,30	11,64	119,66	91,1	11,28
	užitkový	H ₂	254,66	11,39	243,27	95,3	22,30	210,29	14,63	195,66	93,0	14,37
	rok	H ₃	210,29	14,11	196,18	93,3	14,90	224,53	17,56	206,97	92,2	12,79
	průměr	H ₁	152,70	9,58	143,12	93,7	15,90	149,22	12,72	136,50	91,5	11,73
	1984—1985	H ₂	214,49	14,48	200,01	93,2	14,81	219,32	17,78	201,52	91,9	10,88
		H ₃	191,72	19,13	172,59	90,0	10,02	225,14	21,90	203,24	90,3	10,28

II. Hmotnost sušiny ($t \cdot ha^{-1}$) jetele lučního (Lednice na Moravě, 1983 až 1985) —
The dry weight (t per ha) of red clover (Lednice in Moravia, 1983 to 1985)

Pokus	Vláhový režim	Varianta hnojení	Hmotnost sušiny ($t \cdot ha^{-1}$)			
			v roce založení		užitkový rok — — jetelel	celkem
			oves	jetelel		
A (1983–1984)	bez závlahy	H ₁	3,40	—	7,91	11,31
		H ₂	4,78	—	8,27	13,05
		H ₃	5,10	—	10,48	15,58
	závlaha	H ₁	3,14	3,36	9,03	15,53
		H ₂	4,13	4,22	12,51	20,86
		H ₃	4,52	3,64	14,24	22,40
B (1984–1985)	bez závlahy	H ₁	5,94	2,49	10,19	18,62
		H ₂	7,37	3,33	15,38	26,08
		H ₃	7,57	2,79	12,70	23,06
	závlaha	H ₁	5,90	4,23	7,93	18,06
		H ₂	8,06	5,74	12,70	26,50
		H ₃	8,10	5,47	13,56	27,13

H₁ = bez hnojení; H₂ = P₄₅ + K₁₂₀; H₃ = P₉₀ + K₂₄₀ v $kg \cdot ha^{-1}$

Ze srovnání průměrných hodnot REI a EÚ za dva užitkové roky v letech 1983–1984, vyjadřujících produkci a účinnost energetických vkladů u porostů jetele lučního při aplikaci doplňkové závlahy (pokus A), vyplývá příznivý vliv závlahy na čistou produkci (ČP) energie. Ke zvýšení čisté produkce energie o 53 % u zavlažovaného porostu ve srovnání s nezavlažovaným v průměru všech tří variant činí vzrůst energetických vkladů jen 24 %, přičemž EÚ 1 KJ (9,12 %) je v relativním srovnání vyšší o 19,1 %. Je nutné však zdůraznit, že energetická efektivnost doplňkové závlahy bez interakce na PK + (N) hnojení je nízká. Z výpočtů provedených u varianty zavlažovaného jetele lučního bez dotace P a K hnojení v roce 1984 vyplývá, že doplňkovou závlahou bylo ve srovnání s nezavlažovaným porostem dosaženo zvýšené produkce sušiny a i energie z 1 ha jen o 14,1 %, případně 13,0 % při nárůstu energetických vkladů o 31,1 % a při nižší EÚ 1 KJ o 16,9 %.

Energetická účinnost hnojení při vysokých dávkách fosforu a draslíku má sestupný trend, zvláště u porostů bez závlahy. Produkčně (zvýšení produkce sušiny o 30,7 % až 41,1 % u zavlažovaných porostů) i energeticky příznivé bilance je dosahováno při aplikaci střední dávky fosforu (45 kg) a draslíku (120 kg) v interakci s doplňkovou závlahou. Vzestup energetických vkladů v GJ/ha o 31,2 % je doprovázen nárůstem produkce energie o 39,2 % při vyšší EÚ 1 KJ o 5,5 % ve srovnání s variantou bez dotace fosforu a draslíku. U varianty bez doplňkové závlahy však uvedený trend při střední úrovni fosforečného a draselného hnojení není tak příznivý, tzn. relativní vzrůst produkce energie zaostává za růstem vkladů.

III. Výnosotvorné charakteristiky jetele lučního v první seči užítkového roku (Lednice na Moravě, 1983 až 1985) — Yield-formation characteristics of red clover at the first cut in the harvest year (Lednice in Moravia, 1983 to 1985)

Charakteristika	Jednotka	Pokus	Varianta hnojení a vláhového režimu					
			H ₁		H ₂		H ₃	
			nezavla- žovaná	zavla- žovaná	nezavla- žovaná	zavla- žovaná	nezavla- žovaná	zavla- žovaná
Počet lodyh	ks/m ²	A	212	164	229	395	327	475
		B	337	289	481	361	421	280
Hmotnost lodyh	g/l ks	A	10,84	10,61	13,36	8,99	8,47	9,53
		B	8,24	6,69	10,33	12,38	12,32	15,65
LAI	m ² /m ²	A	6,62	6,12	8,54	8,44	7,88	10,39
		B	6,75	5,01	11,36	9,86	11,53	7,72
Elektrická kapacita kořenů	pF	A	158	172	272	243	288	271
		B	164	162	263	234	252	240

V opakovaném pokuse (B) v letech 1984—1985 jsou energetické ukazatele (čistá energie z 1 ha, EÚ) v průměru obou pokusných let vyšší než v pokuse A. Velmi příznivé povětrnostní podmínky v roce 1984 se projeví (tab. II) celkově vyšší produkci sušiny krycí plodiny ovsu na píci i nižší potřebou energetických vstupů (závlahy). Rychlý nárůst krycí plodiny a nebezpečí jejího nepříznivého vlivu na podsev vyvolal nutnost její včasné sklizně. Z tohoto důvodu byly provedeny ještě v roce založení u podsevu jetele další dvě sklizně s produkcí 2,49 až 3,33 t sušiny (bez závlahy) a 4,23 až 5,74 t sušiny z 1 ha (při doplňkové závlaze). Tato vysoká exploatace mladého porostu jetele lučního v roce založení (tříkrát včetně sklizně s krycí plodinou) se projevila u zavlažovaných porostů značným zeslabením rostlin, nižší produkcí ve srovnání s porostem bez závlahy o 1,36 t/ha, tj. relativně o 10,7 %, s pochopitelnými následky v nižší účinnosti energetických vstupů. Oslabení výnosotvorných charakteristik je patrné z údajů tab. III. Byl zjištěn pokles počtu lodyh u zavlažovaného porostu v první seči o 119 ks/m² (tj. o 25,0 %), LAI o 1,50 m²/m² (tj. o 13,2 %) a elektrické kapacity kořenů o 11,2 %. Praktickým důsledkem byla možnost jen jeden a půlletého využití porostu jetele, přičemž porost z pokusu A (s menší exploatací) byl sklizen i po druhém přezimování s produkcí na úrovni 40 až 45 % předchozího hlavního sklizňového roku.

Ve srovnání s výsledky, které zjistili Hruška, Janíček (1981) na shodném experimentálním stanovišti a při téměř shodném metodickém postupu, lze při stanovení a výpočtech energetických bilancí konstatovat, že jetel luční v této klimaticky sušší kukuřičné oblasti se při aplikaci doplňkové závlahy a dostatečné úrovni fosforečné a draselné výživy plně vyrovná produkcí čisté energie z 1 ha (po zápočtu energie z kořenových zbytků) nejproduktivnější plodině cukrovce s HP 367,54 GJ/ha při vkladu 37,75 GJ/ha a překonává ji v EÚ 1 KJ, dosahují-

cí u této plodiny 9,74 % u celkové biologické biomasy a 6,97 % u biomasy bulev. O úrovni energetických bilancí rozhoduje i způsob založení porostů jeteloviny. Jak uvádějí Zimolka, Janíček (1985), porost jetele lučního, založený na shodné experimentální ploše podsevem do jarního ječmene na zrno, je charakterizován těmito ukazateli (průměr tří variant hnojení):

Charakteristika	Sušina píce (t . ha ⁻¹)	ČP v GJ na 1 ha	Vklad GJ na 1 ha	EÚ v %
Nezavlažovaný porost	8,39	128,24	10,64	13,05
Zavlažovaný porost	10,35	159,58	11,62	14,73

Údaje zjištěné u porostu jetele lučního založeného podsevem do krycí plodiny, zavčas sklizené na píci, jsou v průměru obou pokusů (A, B) vyšší v produkci sušiny o 29,7 až 15,4 %, v produkci ČP energie o 30,3 % a 12,0 % a v EÚ 1 KJ jsou v relaci s uvedenými údaji.

Podmínkou příznivé energetické bilance u kombinace oves na píci + podsev ve srovnání s kombinací jarní ječmen na zrno + podsev jetele lučního je dosažení jedné, produkčně vyšší, tzv. strništní seče.

Výsledky potvrzují (v důsledku schopnosti jetele lučního využívat biologickou cestou dusík za symbiózy s hlízkovými bakteriemi) vysokou produkční schopnost tohoto druhu, vyjádřenou i přepočtem na jeho energetickou hodnotu, dále jeho efektivní a racionální využívání energetických vstupů, zvláště při aplikaci doplňkové závlahy. Tyto významné přednosti mohou být však rozvinuty jen u porostů zdravých, plně zapojených a využívaných v souladu s biologickými zákonitostmi tvorby produkce.

Literatura

- BAŇOCH, Z. a kol.: Energetická bilance závlah. In: Sbor. Ref. ČSVTS Praha, Energetická bilance s ohledem na intenzifikaci rostlinné výroby, 1980, s. 64-69.
- HALVA, E. — HRABĚ, F. — PAVLÍČEK, A.: Výzkum produkčních schopností a biologie víceletých pícnin v závlahových podmínkách jižní Moravy. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1985.
- HRUŠKA, L. — JANÍČEK, J.: Energetická účinnost některých plodin v kukuřičném výrobním typu. Rostl. Výr., 28, 1981, č. 11, s. 1217-1224.
- SIMON, J. — ZIMOVA, D.: Biologické aspekty v intenzivní rostlinné výrobě. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Výr., 1980, č. 5.
- ZIMOLKA, J. — JANÍČEK, J.: Studium důsledků zúrodnění půdy na produktivitu a koloběh živin náhradních společenstev po zoraných lučních loukách. [Závěrečná zpráva.] Brno, VŠZ 1985.

Došlo dne 4. 5. 1988

ГРАБЕ, Ф. — ГАЛВА, Е. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние питания и дополнительного орошения на продукционно-энергетические и урожайформирующие элементы у клевера лугового (*Trifolium pratense* L.). Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 733-740.

Изучение влияния трех вариантов удобрения и дополнительного орошения на предметные характеристики клевера лугового (сорт 'Kvarta') провели в кукурузной области на местонахождении Леднице на Мораве в 1983—1984 и 1984—1985 гг. Клеверные травостой заложили подсевам в овес на корм. Средняя годовая продукция сухого

вещества, рассчитанная из урожая овса с подсевом в год закладки и следующего года пользования клевера лугового у орошаемого травостоя (8,39—12,38 т/га), находилась в сравнении с продукцией неорошаемого травостоя и была на 21,2 % больше (12,2—28,0 %). Доля клевера в весе сухого вещества составляла 69—80,0 % (орошение). Влияние удобрения проявилось в сравнении с вариантом 11 лет без удобрения ($\bar{X} = 7,48$ т/га сухого вещества неорошаемый травостой и 8,39 т/га сухого вещества орошаемого травостоя) увеличением при дозе фосфора 45 и калия 120 кг/га на 37,4 % и 41,1 % и при двукратной дозе фосфора и калия на 37,4 и 47,5 %. Что касается энергетических балансов, т. е. выровненного увеличения продукции энергии урожаев и вводов для его формирования, то оптимального уровня добиваются при среднем уровне удобрения во взаимодействии с орошением. Коэффициенты ЭЭ (продукция: расходы) у данного варианта находятся в пределах 9,70—10,80 %, продукция грубой энергии из сухого вещества достигает 173—228 гДж/га и ввод 17,7—20,9 мДж/га. Доля отдельных составных частей ввода энергии в области подготовки почвы, посева, агротехники включительно своз составляет 18,3 % посевной материал 4,2 %, удобрение 24,9 %, орошение 16,4 %, ручного труда 2,6 % и механизационных и оросительных средств 33,6 %.

Trifolium pratense L.; орошение; удобрение; энергетическая эффективность (ЭЭ)

HRABĚ, F. — HALVA, E. (University of Agriculture, Brno): *The Effect of Nutrition and Supplemental Irrigation on the Energy Production and Yield Formation Traits in Red Clover (Trifolium pratense L.)*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 733-740.

The study of the effect of three fertilization treatments and supplemental irrigation on the energy production and yield formation characteristics of red clover ('Kvarta' variety) was conducted in a maize-growing region (at Lednice in Moravia) in 1983—1984 and 1984—1985. The stand was established by sowing the clover in fodder oat. The average annual dry matter output, calculated from the crop of oat with undersown clover in the year of establishment and from the crop of red clover in the subsequent harvest year was higher by 21.2 % in the irrigated variant (8.38 to 12.38 t per ha) than without irrigation (12.2 to 28.0 %). Red clover contributed 69 to 80 % to the dry weight of the forage (irrigation). Compared with the variant left without fertilization for 11 years ($\bar{X} = 7.48$ t of dry matter per ha in the non-irrigated stand and 8.39 t per ha in the irrigated stand), the fertilization increased the dry matter yield by 37.4 % and 41.1 % at the application rates of 45 kg phosphorus and 120 kg potassium per ha and by 37.4 and 47.5 % at double PK application rates. As for the energy balance, i. e. balance between the growth of energy output in the harvested crop and the growth of the sources for energy production, an optimum level is obtained at a medium rate of fertilization in interaction with irrigation. In this variant the EÜ (output:input) coefficients are 9.70 to 10.80 %, the output of gross energy from the forage dry matter is 173 to 228 GJ/ha and the energy input is 17.7 to 20.9 MJ per ha. The proportion of the different components of energy input in soil preparation, sowing, treatments, harvest and hauling amounts to 18.3 %, the seed shares 4.2 %, fertilization 24.9 %, irrigation 16.4 %, manual work 2.6 %, machines and irrigation equipments 33.6 %.

Trifolium pratense L.; irrigation; fertilization; energy efficiency

HRABĚ, F. — HALVA, E. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Einfluß von Ernährung und Zusatzbewässerung auf produktions-energetische und Ertragskomponenten von Rotklee (Trifolium pratense L.)*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 733-740.

Die Studien über den Einfluß von dreierlei Düngungsvarianten und Zusatzbewässerung auf die sachlichen Charakteristika des Rotklee (Sorte 'Kvarta') wurden in einem Maisanbaugebiet u. zw. am Standort Lednice na Moravě in den Jahren 1983 bis 1984 und 1984 bis 1985 durchgeführt. Der Bestand wurde als Untersaat zu Futterhafer angelegt. Die anhand des geernteten Hafers mit Untersaat im Gründungsjahr und der Ernte des Rotklee im nachfolgenden Nutzungsjahr bei bewässertem Bestand errechnete mittlere Jahresproduktion an Trockenmasse (8,39 bis 12,38 t/ha) war im Vergleich mit der Produktion bei unbewässertem Bestand um 21,2 % (12,2 bis 28,0 %) höher. Der Anteil an Klee an der Trockensubstanzmasse der Futter-

kultur betrug 69 % bis 80,0 % (Bewässerung). Der Einfluß der Düngung kam im Vergleich mit der Variante, wo 11 Jahre nicht gedüngt wurde ($\bar{X} = 7,48$ t/ha Trockensubstanz beim nichtbewässerten und 8,39 t/ha Trockensubstanz beim bewässerten Bestand), bei einer Phosphorgabe von 45 kg/ha und Kaliumgabe von 120 kg/ha, durch eine Erhöhung um 37,4 % und 41,1 % und bei verdoppelter PK-Dosis um 37,4 % und 47,5 %, zum Ausdruck. In bezug auf die energetischen Bilanzen, d. h. auf einen ausgeglichenen Anstieg der Energieproduktion der Ernten und der Eingaben (Inputs) für deren Bildung, wird das optimale Niveau bei mittlerem Düngungsniveau in Wechselwirkung mit Bewässerung erreicht. Die EÜ-Koeffizienten (Output:Input) bei dieser Variante betragen 9,70 bis 10,80 %, die Brutto-Energie-Produktion aus der Trockensubstanz der Futterkultur erreicht 173 bis 228 GJ/ha und die Eingabe beträgt 17,7 bis 20,9 MJ/ha. Der Anteil der einzelnen Komponenten der Energieeingabe im Bereich der Bodenbearbeitung, der Saat, der Pflegemaßnahmen, der Ernte einschl. Abtransport beträgt 18,3 %, auf Saatgut entfallen 4,2 %, auf die Düngung 24,9 %, auf die Bewässerung 16,4 %, auf manuelle Arbeit 2,6 % und auf Mechanisierungs- und Bewässerungsmittel 33,6 %.

Trifolium pratense L.; Bewässerung; Düngung; energetische Wirksamkeit

Adresa autorů:

Ing. František Hrabě, CSc., prof. ing. Eduard Halva, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

VPLYV EXHALÁTOV NA KUMULÁCIU VYBRANÝCH PRVKOV V RASTLINÁCH ĎATELINY LÚČNEJ A SÓJE OBYČAJNEJ

O. Hronec, J. Kokorďák, N. Hroncová

HRONEC, O. — KOKORĎÁK, J. — HRONCOVÁ, N. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, detašované pracovisko Košice, Ústav pre výskum rúd, pobočka Košice): *Vplyv exhalátov na kumuláciu vybraných prvkov v rastlinách ďateliny lúčnej a sóje obyčajnej*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 741-748.

Východoslovenské železiarne (VSŽ) každoročne vypúšťajú do ovzdušia okolo 20 tisíc ton tuhých a 48 tisíc ton plyných emisií. V nich sú zastúpené prvky, ktoré sa môžu hromadiť aj v rastlinách. V rôznej vzdialenosti a smere od VSŽ (3000 m juhozápadne, 900 m južne, 6500 m severne a 6500 m južne) boli v nádobách (v štyroch opakovaniach) s rovnakou pôdou pestované ďatelina lúčna a sója obyčajná. V ich sušine boli stanovené obsahy železa, mangánu, medi a zinku. Po matematicko-štatistickom zhodnotení výsledkov bol potvrdený vplyv imisí VSŽ na kumuláciu železa u oboch rastlín. Obsah mangánu bol od 99 do 142,7 mg.kg⁻¹ sušiny. Obsah medi na všetkých stanovištiach bol pri bode kardinálneho minima, teda deficitný. Nepotvrdil sa vplyv imisí VSŽ na obsah zinku v rastlinách. Vizualným pozorovaním sa zistila vyššia odolnosť sóje v porovnaní s ďatelinou vo vzťahu k znečistenému ovzdušiu.

exhaláty; ďatelina; sója; kumulácia prvkov; sušina; železo; mangán; meď; zinok

Exhaláty obsiahnuté v ovzduší majú na vegetáciu nepriaznivý vplyv. K takejto situácii dochádza v industrializovanej krajine, kde pôsobením imisí sa redukovujú základné funkcie vegetácie a navyiac sa rastliny môžu stať donorom toxických látok do potravinových reťazcov.

Boj proti znečisťovaniu ovzdušia nespočíva, ako uvádzajú Hronec, Hajdúk (1988), len na obmedzovaní a spracovaní odpadu, ale okrem iného i na účinnom sledovaní a vyhodnocovaní zložiek prostredia a realizovaní takých opatrení, ktoré negatívne vplyvy eliminujú. V okolí exhalačných zdrojov, kde sa zabezpečuje poľnohospodárska výroba, dochádza k ovplyvňovaniu životných funkcií rastlín rôznymi látkami. Pritom podľa názoru niektorých autorov (napr. Repka, 1977; Hajdúk, Hronec, 1983; Bencko a kol., 1984) nezáleží len na prítomnosti činiteľa, ale i na jeho množstve a na podmienkach, za ktorých intoxikácia prebieha. To platí tiež pre prvky zo skupiny kovov, ktoré sú v malom množstve užitočné a potrebné, no vo vyšších koncentráciách sa môžu prejaviť toxicky. Kovy nepodliehajú chemickej degradácii a môžu sa hromadiť v povrchových vrstvách pôdy, a to v dôsledku veľmi malej migrácie v pôdnom profile. Pôdne mikroorganizmy a vodná mikroflóra spôsobujú, že časť toxických kovov vstupuje do väzby s organickými látkami, čím sa významne mení ich toxicita (Repka, 1977; Balážová, 1980; Hronec, Hajdúk, 1988).

Východoslovenské železiarne Košice (VSŽ) zaberajú plochu 750 ha. Okolo 60 komínov tohoto metalurgického kombinátu vypúšťa každoročne do okolitého ovzdušia 20 061 t tuhých a 48 328 t plyných emisií. V exhalátoch sú zastúpené rôzne prvky a zlúčeniny, okrem iných aj železo, zinok, meď a mangán.

V snahe analyzovať stav v znečisťovaní okolia VSŽ exhalátmi s cieľom posúdiť kumuláciu uvedených prvkov vo vybraných rastlinách, sme založili v okolí exhaláčného zdroja (EZ) pokusy. Ako experimentálny biologický materiál sme zvolili ďatelinu lúčnu (*Trifolium pratense* L.), odrodu Branisko a sóju obyčajnú (*Glycine soja* auct.), odrodu Aida.

Za účelom vylúčenia heterogenity pôdy, diferencií vplyvov predplodín aj rôzneho stavu v zásobovaní živinami sme sa rozhodli pre nádobový pokus. Pri pestovaní ďateliny i sóje sme použili nádoby z PVC o priemere 25 cm a výške 30 cm. Nádoby sme naplnili zmesou preosiatej zeminy a triedeného kremičitého piesku v pomere 4 : 1. Celková hmotnosť pripraveného substrátu bola 22 kg a plocha jednej nádoby 490,8 cm².

Išlo o pôdu ilovitohlinitú, ktorá podľa agrochemických rozborov mala tieto hodnoty:

obsah humusu (podľa Tjurina)	2,13 %
pH/KCl	6,72
P	64,8 mg . kg ⁻¹
K	109,0 mg . kg ⁻¹
Mg	131,0 mg . kg ⁻¹
Cu	7,5 mg . kg ⁻¹
Zn	9,2 mg . kg ⁻¹
Fe	129,0 mg . kg ⁻¹
Mn	286,0 mg . kg ⁻¹

Nádoby sme rozmiestnili na štyroch stanovištiach v rôznej vzdialenosti od exhaláčného zdroja takto:

- I. stanovište bolo umiestnené 3000 m JZ od EZ v smere dymovej vlečky (kataster obce Komárovce);
- II. stanovište bolo situované južne od VSŽ vo vzdialenosti 900 m; zasahuje ho dymová vlečka EZ (kataster obce Veľká Ida);
- III. stanovište bolo od EZ vzdialené 6500 m smerom severným, kde by sa vplyv exhalátov mal prejaviť najmenej (kataster obce Malá Ida);
- IV. stanovište bolo vzdialené 6500 m na juh od VSŽ, nádoby boli položené do fóliovníka, čím sme chceli vytvoriť relatívne čistejšie pozadie (kataster obce Buzica).

Pre možnosť matematicko-štatistického vyhodnotenia výsledkov sme na každé stanovište umiestnili štyri nádoby pre pestovanie sóje a štyri nádoby pre pestovanie ďateliny. Obidve pokusné plodiny sme vysiali 17. 5. 1987. Po vzídení sme v nádobách ponechali desať rastlín sóje a 30 rastlín ďateliny. Nepoužili sme nijaké priemyselné hnojivá. Stabilizovanie pôdnej vlhkosti sme dosiahli pravidelnou závlahou vodou z jedného zdroja.

Zber úrod z vegetačných nádob v súlade so zrelosťou a cieľom sme vykonali 23. 9. 1987. V sušine sme stanovili obsahy železa, mangánu, medi, zinka metódou atómovej absorpčnej spektrofotometrie. Štatistické vyhodnotenie významnosti rozdielov bolo urobené analýzou rozptylu jednoduchého triedenia na počítači ROBOTRON 17-15.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Od vzídenia až do zberu úrody sme na všetkých stanovištiach pozorovali, či sa na rastlinách nevyskytujú depigmentácie, repigmentácie, nekrotické škvrny a defoliancia.

U sóje sa na asimilačných orgánoch rastlín nevyskytli podstatnejšie rozdiely v raste a vývoji. Drobné a stredné nekrózy boli badateľné na stanovišti I a II. Viac nekróz bolo na listoch ďateliny, obzvlášť na stanovištiach vo Veľkej Ide a v Komárovciach. Viditeľné boli rozdiely vo

farbe a vzhľade rastlín ďateliny. Na stanovišti III a IV bola farba sýto-zelená so všetkými symptómami zdravého a vyrovnaného porastu. Rastliny pestované vo Veľkej Ide a v Komárovciach boli evidentne slabšie a nevyrovnanejšie. U rastlín z druhého zberu ďateliny sa vo Veľkej Ide objavili drobné zúbky na okrajoch lemu listov, čo dávame do súvisu s negatívnym vplyvom imisií (SO_2).

Napriek skutočnosti, že vizuálne pozorovanie rastlín je subjektívnou metódou, dáva určitý orientačný prehľad o zdravotnom stave, i keď je známe, že nízke koncentrácie škodlivín, alebo krátko pôsobiace vyššie môžu vyvolať poškodenie, ale i škody, ktoré sa navonok nemusia prejavíť.

Železo ako biogénny prvok sa vyskytuje v rastlinách vo veľmi malých množstvách. Koncentruje sa hlavne v listoch a koreňoch rastlín. Jeho fyziologická funkcia v rastlinách spočíva v donátorskom a akceptorskom poslaní vo vzťahu k elektrónom v oxidoredukčných procesoch. Vo vzťahu k potrebám rastlín za dostatočný obsah železa môžeme, ako uvádzajú napr. Bízík (1982), Hronec, Hajdúk (1983), považovať hladinu v hodnotách 50 až 250 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Pod hladinu 50 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny hovoríme už o nedostatku s následnými negatívnymi účinkami. V súčasnom období nie je otázka nadbytku tohoto prvku v odborných a vedeckých kruhoch uzatvorená. U rozborovaných rastlín, tak ďateliny ako i sóje, boli obsahy železa vysoké. Maximum železa u ďateliny bolo 2017 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. U tejto plodiny sa potvrdil vplyv exhaláčného zdroja na obsah železa v rastlinách aj po štatistickom vyhodnotení, keď medzi stanovišťom I a IV je rozdiel významný na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Najviac železa bolo v rastlinách pestovaných vo Veľkej Ide, v priemere až 1794 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny, kým v skleníkových podmienkach (variant IV) 992 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Nestálosť v prúde vetrov a v menlivosti dymovej vŕčky potvrdzujú malé rozdiely v obsahu tohto prvku medzi stanovišťami I a III. Podobná situácia je pri obsahu tohto prvku v sóji, avšak s nižšími hodnotami (v priemere 935,1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Najnižšie obsahy sme zaznamenali opäť v Buzici. Tieto výsledky korešpondujú s výsledkami, ktoré publikovali Trojan et al. (1980), ktorí zistili až desaťnásobné zvýšenie obsahu železa v okolí exhaláčnych zdrojov, zvlášť z haldovania odpadov z hutníckych procesov. K výsledkom, ktoré sme v roku 1987 v našom výskume dosiahli, treba pripomenúť, že na celkovom obsahu železa v oboch testovaných rastlinách sa podieľal aj pevný úlet, pretože rastliny sme pred analýzami neumývali. Údaje z analýz tohto prvku sú uvedené v tab. I (ďatelina) a II (sója).

Ako je všeobecne známe, hlavné použitie mangánu je v zliatinách, kde pôsobí ako dezoxidačné činidlo a zvyšuje ich pevnosť. Najväčší význam získal tento prvok v železiarstve pri dezoxidácii ocele.

Hlavným zdrojom imisií mangánu do ovzdušia je spaľovanie uhlia a metalurgia. Ako uvádzajú Bencko a kol. (1984), vo voľnom ovzduší sa najčastejšie nachádza v rozmedzí koncentrácie 0,05 až 0,2 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Nadzemná resorpcia tohto prvku v pracovnom alebo životnom prostredí môže spôsobiť väčšie alebo menšie zmeny koncentrácie jedného alebo viacerých katecholamínov alebo aktivity enzýmov zúčastňujúcich sa na ich metabolizme. Rastliny prijímajú mangán z pôdy, kde sa tento vyskytuje v troch mocenstvách s rozdielnou prípustnosťou. Priemerný obsah mangánu v rastlinách sa udáva od 20 do 500 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. K toxic-

I. Základné charakteristiky a štatistické vyhodnotenia obsahu jednotlivých prvkov v mg.kg⁻¹ sušiny ďateliny — Basic characteristics and statistical evaluation of element contents in mg per kg clover dry matter

Stanovište	Železo		Mangán		Meď		Zinok	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I. Komárovce	1190,50	324,67	142,75	10,45	3,250	0,572	37,40	10,42
II. Veľká Ida	1794,50	217,05	99,00	20,09	3,340	1,252	33,90	8,94
III. Malá Ida	1255,50	315,62	106,75	9,44	3,375	0,286	57,50	5,02
IV. Buzica	992,50	161,46	110,50	9,23	2,650	0,328	32,00	2,00
Stanovištia, medzi ktorými je štatisticky významný rozdiel v obsahu prvku ($\alpha = 0,05$)	II. a IV.		I. a II. I. a III.				II. a III. III. a IV.	

$\bar{x}$ — aritmetický priemer, s — smerodajná odchýlka

II. Základné charakteristiky a štatistické vyhodnotenie obsahu jednotlivých prvkov v mg.kg⁻¹ sušiny sóje — Basic characteristics and statistical evaluation of element contents in mg per kg soybean dry matter

Stanovište	Železo		Mangán		Meď		Zinok	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I. Komárovce	941,00	113,05	144,25	22,48	3,150	0,296	25,50	1,50
II. Veľká Ida	947,50	166,56	134,00	26,37	2,425	0,148	25,00	1,87
III. Malá Ida	1051,00	231,10	131,25	10,64	3,400	0,283	32,00	4,64
IV. Buzica	717,75	77,17	107,50	14,47	2,425	0,205	20,25	1,91
Stanovištia, medzi ktorými je štatisticky významný rozdiel v obsahu prvku ($\alpha = 0,05$)					I. a II. I. a IV. II. a III. III. a IV.		III. a IV.	

$\bar{x}$ — aritmetický priemer, s — smerodajná odchýlka

kému pôsobeniu môže dôjsť vtedy, ak jeho obsah prevýši $1000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. V našom experimente ani na jednom stanovišti sme takýto obsah nezistili. U sóje sa najviac mangánu kumulovalo v rastlinách pestovaných v Komárovciach (v priemere $143 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny) a vo Veľkej Ide. Avšak rozdiely medzi variantami sú štatisticky nevýznamné. Zaujímavá skutočnosť bola zistená u ďateliny, kde opäť na stanovišti I bol najvyšší obsah tohto prvku ($142,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny), čo je o 28 až $43,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ viac, než sme zistili na ostatných lokalitách. Z hľadiska obsahu tohto prvku sa najkontaminovanejším stanovišťom javia Komárovce na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ vo vzťahu k stanovišťam II a III. Diferencie v obsahu mangánu v rastlinách môžu byť odrazom činnosti metalurgického kombinátu, a to konkrétne spracovávaných nerastných surovín pri výrobe železa a ocele. Predpokladáme, že zvyšovanie jeho množstva bude stúpať s prašným spádom v okolí exhalačného zdroja. Ako sme už uviedli, jeho prítomnosť v ovzduší je i v dôsledku spaľovania uhlia, a tak na jeho prísune do rastlín i pôdy môžu participovať aj ďalšie exhalačné zdroje.

Meď je esenciálny stopový prvok; má veľký význam v metabolických procesoch rastlín, pretože jej obsah v tkanivách biomasy je nízky, nedosahujúci obsahu napr. mangánu alebo zinku.

B í z i k (1982) udáva, že zdrojom medi pre rastliny je pôda, v ktorej je táto adsorbovaná v pôdno-koloidných častiach. Okrem toho sa môže vyskytnúť v rôznych nerozpustných soliach a tiež vodorozpustných zlúčeninách. Všeobecne sa udáva koncentrácia medi v ovzduší od 10 do $750 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, pričom vyššie hodnoty sa zaznamenávajú v ovzduší priemyselných miest. Zdrojom emisie medi do ovzdušia sú predovšetkým hutné prevádzky, železiarne a oceliarne, zlievárne a podobné metalurgické kombináty.

Ako uvádzajú T ó t h, H r o n e c (1988), meď s organickou hmotou vytvára komplexy rôznej stability. Tieto komplexy sú, ako publikoval R e p k a (1977), stabilnejšie než väzby s inými kovmi. Meď je nevyhnutná v procesoch dýchania a fotosyntézy a zvlášť je dôležitá v metabolizme dusíka. Koncentrácie medi v sušine rastlín bývajú od 1 do $50 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$. Koncentrácie pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ sa považujú za prejav deficitu medi. Absolútna koncentrácia medi v rastlinách, pri ktorej dochádza k prejavom nedostatku alebo jej toxického pôsobenia, závisí od druhu rastlín a od fyzikálno-chemických charakteristík pôdy (B e n c k o, 1983).

Obsah medi v nami vypestovanom biologickom materiáli bol deficitný, o čom svedčí skutočnosť, že v ďateline sa obsah medi pohyboval od 2,6 do $3,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny (tab. I). V sóji (tab. II) bol najvyšší obsah medi na stanovišti I v Komárovciach, najnižší v Buzici. Významné rozdiely ($\alpha = 0,05$) boli zistené medzi stanovišťami I a II, I a IV, II a III, III a IV. Avšak ide o nízke hodnoty pri bode kardinálneho minima tohto prvku, a tak vplyv exhalačného zdroja na obsah medi v rastlinách nemožno potvrdiť. Nízky obsah medi bol zistený aj vo vzorkách voľne rastúcich rastlín z okolia stanovišť. Teoreticky je známe, že príjem medi z pôdy blokuje vysoký obsah dusíka.

Zinok sa môže do životného prostredia dostávať v procese spracovávaní zinkových rúd. Obzvlášť pri flotácii rozomletej rudy je predpoklad kontaminácie odpadových vôd týmto prvkom. V ovzduší veľkomiest vo svete, ako uvádza B a l á ť o v á (1980), sa koncentrácia zinku po-

hybuje od 0,01 do 0,84 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$. Ako hraničná koncentrácia zinku sa pre území ČSSR prijala hodnota 0,3 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Zinok v pôdach kolíše v širokom rozmedzí a jeho obsah sa dáva do priamej súvislosti s minerálnou silou matečného podkladu.

Zinok má veľký význam a je nevyhnutný pre rast rastlín. Jeho nedostatočná koncentrácia v rastlinných tkanivách sa prejavuje rastovými poruchami. Toxický účinok vysokých koncentrácií sa u rastlín prejavuje zriedka. Obsah tohto prvku v rastlinách za normálnych okolností je udávaný od 25 do 150 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Za nadbytok sa považuje, ak je v sušine rastlín viac než 200 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ tohto prvku. Balážová (1980) hodnoty obsahu zinku udáva v trávach a obilninách 10 až 100 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, Hronec, Hajdúk (1988) zistili v krmovinách 25 až 80 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny. Obsah zinku v našom biologickom materiáli sa pohyboval v rozmedzí hodnôt z citovaných prác, pričom nižšie hodnoty boli u sóje, a to až na hranici kardinálneho bodu minima (stanovište IV, obsah 20,0 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny). U ďateliny mal obsah tohto prvku zaujímavý priebeh. Najvyššie obsahy (57,50 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) boli zistené na stanovišti III, v Malej Ide a v Komárovciach. Tak došlo k rozdielom na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ medzi stanovišťami II a III, III a IV. Pripomíname však, že obsahy zinku v biologickom materiáli sa prikláňajú skôr k minimu než ku kardinálnemu bodu optima, a to u oboch sledovaných plodín.

Napriek nízkym hodnotám obsahu zinku v rastlinách je jeho obsah v rozpore s našimi teoretickými predpokladmi. V praxi sú však známe prípady kumulácie niektorých prvkov i vo väčších vzdialenostiach od exhalačného zdroja.

ZÁVER

I keď rozdelenie a distribúcia škodlivín v ovzduší sa vplyvom vetra dostáva na väčšie územie, na citlivých rastlinách (ďatelina) je možné v blízkosti exhalačného zdroja pozorovať nekrotické škvrny. Rastliny ďateliny vo väčšej vzdialenosti (stanovište III a IV) mali vyrovnanejší rast a lepší zdravotný stav. Na sóji boli evidentné len malé a stredné nekrózy. Bol potvrdený vplyv exhalačného zdroja na kumuláciu železa v rastlinách, pričom sa na jeho obsahu podieľal aj tuhý spád. Mangánu sa najviac kumulovalo v rastlinách na stanovišti I (Komárovce). Vplyv EZ na obsah medi v rastlinách sa nepotvrdil.

Obsah medi v rastlinách bol deficitný. Obsah zinku u sóje i u ďateliny bol nižší, než je optimum. Oproti teoretickým predpokladom sa najviac zinku akumulovalo na stanovišti III. Vysvetlenie tejto skutočnosti prinesie ďalší výskum, ktorý v tejto oblasti realizujeme, keď sledujeme vplyv znečisteného ovzdušia komplexne, t. j. na rastliny, pôdy a spodné vody.

Literatúra

- BALÁŽOVÁ, G. et al.: Kovy v životním prostředí. [Závěrečná zpráva.] Praha, 1980.
BENCKO, V. — CIRK, T. M. — LENER, J.: Toxické kovy v pracovním a životním prostředí člověka. Praha, Avicenum 1984.
BÍZIK, J. a kol.: Výživa rostlin a hnojení. Bratislava, Příroda 1982.

HAJDÚK, J. — HRONEC, O.: Obsah niektorých prvkov v imisnom poli exhaláčného zdroja ŽB. II. časť. Poľnohospodárstvo, 29, č. 11, 1983, s. 975-981.
 HRONEC, O. — HAJDÚK, J.: Obsah P, Ca, Mg, S v pôde v imisnom poli exhaláčného zdroja ŽB. I. časť. Poľnohospodárstvo, 29, č. 10, 1983, s. 875-882.
 HRONEC, O. — HAJDÚK, J.: Vplyv imisií na poľnohospodárske plodiny. Poľnohospodárstvo, 34, 1988.
 REPKA, J. a kol.: Agrochemické kritériá hodnotenia obsahov mikroelementov v rastlinnej výrobe a pôd. [Záverečná správa.] Bratislava, SAV 1977.
 TÓTH, J. — HRONEC, O.: Kontaminácia pôd exhalátmi stredného Spiša. In: Zbor. SZOPK Košice, 1988.
 TROJAN, Š. — HRONEC, O. — GREJTOVSKÝ, A.: Vplyv siričitých imisií na rôzne druhy krmovín. [Záverečná správa.] Košice, VŠV 1980.

Došlo dňa 18. 4. 1988

ГРОНЕЦ, О. — КОКОРДЯК, Я. — ГРОНЦОВА, Н. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, раб. объект Кошице; Институт исследований руд, филиал Кошице): Влияние промышленных выбросов на скопление некоторых элементов в растениях лугового клевера и обыкновенной сои. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 741-748.

Восточнословацкие металлургические заводы (ВМЗ) ежегодно выпускают в атмосферу около 20 тыс. тонн твердых и 48 тыс. тонн газообразных выбросов. Некоторые из содержащихся в них элементы скапливаются и в растениях. На разных расстояниях и направлениях от ВМЗ (3000 м, к юго-западу, 900 м на юг, 6500 м на север и 6500 м на юг) выращивали в сосудах (4 повт.) на одинаковом грунте луговой клевер и сою, а в их сухом веществе определяли железо, марганец, медь и цинк. Математико-статистическая оценка подтвердила влияние этих выбросов на скопление железа в обоих растениях. Марганец составил 99—142,7 мг.кг⁻¹ сух. вещ., медь находилась в точке кардинального минимума, т.е. на дефиците, а влияние цинка на растения не подтвердилось. С помощью визуальной оценки установлена повышенная устойчивость сои.

выбросы; клевер; соя; скопление микроэлементов; сухое вещество; железо; марганец; медь; цинк

HRONEC, O. — KOKORĎÁK, J. — HRONCOVÁ, N. (University of Agriculture, Nitra. Košice detached workplace, Institute for Ore Research, Košice branch office): *The Influence of Air Pollutants on the Cumulation of some Elements in Red Clover and Soybean Plants*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 741-748.

Every year the East-Slovakian Ironworks discharge to the atmosphere about 20 thousand tonnes of solid and 48 thousand tonnes of gaseous air pollutants. The elements from these air pollutants can cumulate also in the plants. At different distances and directions from the East-Slovakian Ironworks (3000 m south-westward, 900 m southward, 6500 m northward, and 6500 m southward) red clover and soybean were grown in pots (in four replications) with the same kind of soil. The contents of iron, manganese, copper and zinc were determined in dry matter of the plants. A mathematico-statistical evaluation of the results confirmed the influence of ironworks pollutants on iron cumulation in both plant species. The manganese content made 99-142.7 mg per kg dry matter. Copper content at all sites approached the cardinal minimum, it was deficient. No influence of ironworks pollutants on zinc content in the plants was demonstrated. Visual observation showed the higher resistance of soybean plants, in comparison with red clover, to air pollution.

air pollutants; red clover; soybean; element cumulation; dry matter; iron; manganese; copper; zinc

HRONEC, O. — KOKORĎÁK, J. — HRONCOVÁ, N. (Landwirtschaftliche Hochschule Nitra, Zweigarbeitungsstätte Košice; Institut für Erzforschung, Zweigstelle Košice): *Einfluß von Exhalaten auf die Kumulation ausgewählter Elemente in Rotklee- und Sojapflanzen*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 741-748.

Die Ostslowakischen Eisenwerke (VSŽ) stoßen alljährlich rund 20 Tausend Tonnen fester und 48 Tonnen gasförmiger Emissionen in die Atmosphäre aus. Diese Emissionen enthalten auch Elemente, die sich in Pflanzen aufspeichern können. In verschiedenen Entfernungen und Richtungen von den VSŽ (3000 m südwestlich, 900 m südlich, 6500 m nördlich und 6500 m südlich) wurden in Gefäßen (in vier Wiederholungen) mit gleichartigem Substrat Rotklee und Sojabohne angebaut. In ihrer Trockensubstanz wurde dann der Eisen-, Mangan-, Kupfer- und Zinkgehalt ermittelt. Nach mathematisch-statistischer Auswertung der Ergebnisse wurde der Einfluß der Emissionen aus den VSŽ auf die Kumulation von Eisen in beiden Pflanzenarten bestätigt. Der Mangangehalt betrug von 99 bis 142,7 mg.kg⁻¹ Trockensubstanz. Der Kupfergehalt lag auf sämtlichen Standorten am Kardinalminimumpunkt, d.h. er war defizitär. Ein Einfluß der Emissionen aus den VSŽ auf den Zinkgehalt in den Pflanzen konnte nicht bestätigt werden. Anhand visueller Beobachtungen wurde eine höhere Widerstandsfähigkeit der Sojabohne in bezug auf die Luftverschmutzung im Vergleich mit Rotklee festgestellt.

Exhalate; Rotklee; Sojabohne; Kumulation von Elementen; Trockensubstanz; Eisen; Mangan; Kupfer; Zink

Adresy autorov:

Doc. Ing. Ondrej Hronec, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, detašované pracovisko PEF, Kalininova 1, 040 01 Košice

RNDr. Ján Kokorďák, CSc., Ústav pre výskum rúd, Skladná 8, 040 01 Košice

Ing. Nataša Hroncová, Okresný národný výbor, 040 01 Košice

N. Gáborčík

GÁBORČÍK, N. (Výskumné centrum pôdnej úrodnosti — Ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica): *Množstvo a chemické zloženie koreňovej hmoty odrôd kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.)*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 749-755.

V nádobovom pokuse sme sledovali akumuláciu koreňovej hmoty 21 odrôd kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) a jej chemické zloženie po piatich defoliáciách rastlín. Jej množstvo kolísalo od 981,3 g.m⁻² (WG 3B) po 577,8 g.m⁻² (Ludion) a sledované odrody bolo možné rozdeliť do piatich skupín (obr. 1). Hodnota pomeru koreňa k hmotnosti nadzemných častí (R : S) kolísala v rozpätí do 3,5 (Alta) po 3,7 (WG 3B). S výnimkou skupiny s najaktívnejšou akumuláciou hmoty v koreni sa potvrdil kladný vzťah medzi množstvom koreňovej hmoty a produkciou sušiny nadzemných častí v poslednom odbere. V porovnaní s koncentráciou živín v asimilačných pletivách dosahuje koreňový systém nižšiu koncentráciu, dusíka, fosforu, horčíka a draslíka (62, 32, 83 a 6 ‰), avšak koncentrácia vápnika a sodíka bola v koreni vyššia o 3,40 a 1,75násobok. Podobné závislosti platia aj pre koncentráciu medi, mangánu a zinku (290; 340; a 390 ‰). Poukazuje sa na existenciu koincidencie medzi veľkosťou koreňovej sústavy a koncentráciou chlorofylu v listoch a uvažuje sa o spätosti medzi koreňovým systémom a produktivitou odrôd kostravy trstovitej.

kostrava trstovitá; odrody; koreňový systém; pomer R : S; dusík; minerálne živiny; koncentrácia

Už pred povolením československej odrody Lekora kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) sme sa v našom štúdiu zamerali na určenie odrodovej variability niektorých fyziologicko-morfologických znakov, spätých s produktivitou tohto druhu. Vo viacerých ukazovateľoch sme stanovili značnú variabilitu (Gáborčík, Kašper, 1987), čo umožňuje efektívne využiť ten-ktorý znak v šľachtení kostravy trstovitej. V porovnaní s mátonohom trvácim (*Lolium perenne* L.) a reznáčkou laločnatou (*Dactylis glomerata* L.) mala v roku výsevu (plné odnožovanie) najnižšiu hmotnosť koreňa, ale podiel koreňa z celkovej produkcie jednej rastliny bol 40,1 %, čo predstavuje priemernú hodnotu sledovaných druhov. Taktiež sme potvrdili aj odrodové rozdiely hmotnosti koreňa menšieho počtu odrôd kostravy trstovitej, ktoré neboli vystavené účinku viacnásobnej defoliácie (Gáborčík, 1986a). V suchých podmienkach južného Slovenska predstavovala akumulácia koreňovej hmoty odrody Lekora 18,02 až 18,57 t.ha⁻¹, čo je o 35,3 až 40,2 % viac než u reznáčky laločnatej odrody Milona. S mohutnejším koreňovým systémom kostravy trstovitej korešpondovala aj vyššia produkcia sušiny

než u reznačky laločnatej, čo sa najviac prejavilo v poslednom úžitkovom roku (Gregorová, 1988). Menšiu akumuláciu koreňovej hmoty odrôdy Lekora sme zaznamenali v horskej oblasti Slovenska, pričom vyššie dávky dusíka jej hmotnosť značne redukovali (Gáborčík et al., 1989).

Cieľom našej práce je poukázať na odrodové rozdiely v akumulácii koreňovej hmoty odrôd kostravy trstovitej pri viacnásobnej defoliácii a určiť koncentráciu dusíka a minerálnych živín v pletivách koreňa.

MATERIÁL A METÓDA

Množstvo akumulovanej koreňovej hmoty vybraného sortimentu odrôd kostravy trstovitej (tab. I) sme sledovali v nádobovom pokuse, ktorý sme detailnejšie opísali v predchádzajúcej práci (Gáborčík, 1985a). Všetkých 21 odrôd kostravy trstovitej bolo hnojených jednotnou dávkou dusíka ($50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) ku každému z piatich využití (odberov, defoliácií). Z nich dve (pasienková zrelosť) sme uskutočnili v roku výsevu a ďalšie tri po zimnom období. Prvý odber sme uskutočnili v období klásenia odrôd, ďalšie dve opäť v pasienkovej zrelosti. Koreňový systém sme analyzovali v poslednom odbere (4. september) po uplynutí 38dňovej rastovej periódy. Odoberali sme materiál zo štyroch opakovaní (nádob), pričom v každom z nich bolo pestovaných desať rastlín. Hĺbka nádoby bola 200 mm. Koreňovú hmotu sme opatrne vymývali v prúde teplej vody na sitách ($0,5 \text{ mm}$) a potom vysušili v sušičke pri 105°C . Výpočtom sme určili aj akumuláciu sušiny na 1 m^2 . Pred odberom koreňov sa odobrali aj vzorky nadzemných častí a vypočítala sa produkcia sušiny na 1 m^2 a určil sa pomer oboch zložiek ($R:S$). Vo vzorkách oboch zložiek sa určila koncentrácia dusíka (Kjeldahl) a minerálnych živín (Gáborčík, 1986b).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Údaje o akumulácii koreňovej hmoty sledovaných odrôd potvrdzujú, že aj tento znak, odrážajúci prerozdelenie a využitie fotoasimilátov medzi nadzemnou časťou a koreňovým systémom, je značne variabilný (tab. I). Svedčí o tom rozpätie koreňovej hmoty, ktorá kolísala od $577,8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (Ludion) po $981,3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (WG 3B), čo predstavuje relatívny rozdiel 1,7násobku. Z rozdelenia odrôd podľa množstva akumulovanej koreňovej hmoty (obr. 1) je zrejmé, že najväčšia časť odrôd (61,9 %) pripadla na skupiny s priemernou hmotnosťou 669,9 a $748,5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$. V podobne širokom rozpätí kolísala aj produkcia sušiny nadzemných častí odrôd kostravy trstovitej ($99,5$ až $202,7 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$) s relatívnym rozdielom viac než dvojnásobok medzi hraničnými hodnotami. V dôsledku rozdielov hmotnosti oboch zložiek sa mení aj hodnota ich pomeru ($R:S$), ktorá dosahuje priemernú hodnotu 5,7 ale kolíše od 3,5 (Alta) po 8,7 (WG 3B), čo je relatívny rozdiel 2,5násobku. Pri posúdení korelácie medzi akumulovanou koreňovou hmotou a vyprodukovanou sušinou nadzemných častí podľa skupín odrôd (obr. 1) sme dospeli k zápornému vzťahu ($r = -0,689$), ktorý by mohol naznačovať, že odrody tvoriace mohutnejší koreňový systém sú menej produkčné. Ak sme však zohľadnili iba prvé tri skupiny odrôd, dospeli sme k opačnému záveru ($r = 0,997$). Odrody s akumuláciou sušiny koreňov až do $800 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ sú charakterizované aj vzrastom produkcie sušiny nadzemných častí, ale v ďalších dvoch skupinách prevláda intenzívnejšia akumulácia koreňovej hmoty, doprevádzaná poklesom produkcie asimilačných pletív.

I. Produkcia sušiny ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) sortimentu kostravy trstovitej a pomer hmotnosti koreňa k nadzemnej časti (R : S) — Dry matter output ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) in the varieties of tall fescue and the root : root ratio (R : S)

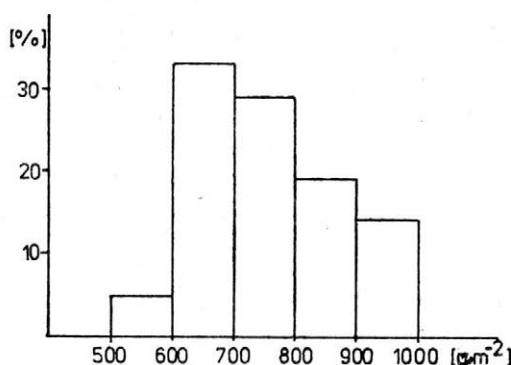
Odroda	Produkcia		R : S	Odroda	Produkcia		R : S
	nadzemná časť	koreň			nadzemná časť	koreň	
Alta	202,7	717,9	3,5	Lekora	125,0	792,3	6,3
Aronde	168,5	638,1	3,8	Ludelle	148,0	748,8	5,1
Backafall	133,1	748,2	5,6	Ludion	132,5	577,8	4,4
Baltika	154,2	695,9	4,5	Mo-96	116,9	617,6	5,3
Brudzyńska	135,0	674,1	5,0	nšl. LL - 22	99,5	829,6	8,3
Demeter	130,0	930,3	7,1	Mo-170	116,3	722,0	6,2
Festal	137,4	868,2	6,3	Yamanami	110,8	677,3	6,1
Hokuryo	128,7	854,5	6,6	WG 2B	139,3	838,3	6,0
Kenhy	148,0	718,1	4,9	WG 3B	112,6	981,3	8,7
Ky-31	116,3	668,4	5,7	Zapadnaja	123,1	972,0	7,9
Krasnodarskaja	110,7	761,8	6,9	?	132,8	752,7	5,7

Koncentrácia minerálnych živín v pletivách koreňa odrôd kostravy trstovitej (tab. II) taktiež vykazuje značnú variabilitu, čo sme nakoniec potvrdili aj pri sledovaní ich koncentrácie v listových pletivách (G á b o r č í k, 1986b). Pri vzájomnom porovnaní ich koncentrácií v oboch zložkách rastlín sa potvrdzujú dve tendencie:

- korene majú nižšiu koncentráciu dusíka (62 %), fosforu (32 %), horčíka (83 %) a najnižšiu koncentráciu draslíka (iba 6 %) v porovnaní s nadzemnou časťou;
- na druhej strane sú korene charakterizované až 3,4násobne vyššou koncentráciou vápnika a 1,75násobne vyššou koncentráciou sodíka.

K podobnému záveru sme dospeli aj v koncentracii mikroelementov, kde sa potvrdil stúpajúci rad koncentrácie $\text{Cu} < \text{Mn} < \text{Zn}$, čo predstavuje 290; 340 a 330 % voči nadzemnej časti.

1. Rozdelenie sortimentu odrôd kostravy trstovitej podľa hmotnosti koreňového systému — Division of tall fescue varieties according to the root system weight



II. Koncentrácia minerálnych živín v koreňovej hmote odrôd kostravy trstovitej
— The concentrations of mineral elements in the root matter of tall fescue varieties

Odroda	Prvok								
	mg.g ⁻¹						mg.kg ⁻¹		
	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Mn	Zn
Alta	8,9	0,5	2,0	9,9	10,7	0,7	19,1	95,7	136,3
Aronde	10,6	0,6	1,6	9,1	7,9	0,8	75,6	56,3	134,5
Backafall	10,5	0,5	2,2	8,4	6,4	0,7	33,6	55,9	135,4
Baltika	11,1	0,4	1,9	7,2	6,1	0,7	15,1	71,0	321,8
Brudzyňska	12,1	0,5	2,3	7,2	4,9	0,7	15,6	63,4	174,3
Demeter	9,2	0,5	1,9	19,2	10,4	0,7	12,8	91,4	138,5
Festal	12,5	0,5	2,2	9,8	6,9	0,6	13,0	76,2	189,3
Hokuryo	9,2	0,6	2,5	23,9	11,3	0,9	14,4	127,1	135,2
Kenhy	12,5	0,6	2,6	11,6	5,4	1,2	13,1	56,8	126,5
Krasno- darskaja	10,0	0,6	2,5	11,6	5,1	0,7	9,1	45,5	165,9
Lekora	8,2	0,6	2,7	9,2	4,9	0,7	13,4	102,2	123,6
Ludelle	11,6	0,4	2,8	7,2	4,3	0,8	10,7	33,3	137,2
Ludion	10,6	0,6	2,4	9,1	4,9	0,7	10,1	79,4	129,0
Missouri-96	10,6	0,6	2,4	9,1	4,8	0,8	18,2	75,2	131,1
Kentucky-31	17,3	0,6	2,5	10,9	6,1	0,7	14,0	45,0	116,7
Nšl. LL - 22	13,7	0,5	2,7	9,1	5,7	0,7	13,8	90,6	97,6
S-170	8,8	0,5	2,4	9,8	4,6	0,7	14,1	64,2	100,9
Yamanami	10,3	0,5	2,4	6,5	3,9	0,7	12,9	55,2	100,1
WG 2B	9,6	0,6	2,0	15,6	7,8	0,5	21,8	73,3	120,2
WG 3B	11,0	0,6	2,0	15,8	7,8	0,4	13,3	86,2	86,2
Zapadnaja	11,0	0,6	2,0	15,8	7,8	0,4	14,3	143,3	104,3
$\bar{x}$	10,9	0,5	2,3	11,2	6,6	0,7	18,0	75,6	138,7

Z údajov, ktoré publikovala Gregorová (1988), je možné vypočítat aj koncentráciu živín v koreňovej hmote, ktorá korešponduje s našimi údajmi najmä v prípade dusíka a draslíka, ale nami sledované odrody mali nižšiu koncentráciu fosforu a sodíka, avšak vyššiu hladinu vápnika a horčíka, čo vyplýva z rozdielneho substrátu jednotlivých pokusov. Relatívne porovnanie koncentrácií uvedených druhov rastlinných pletív súhlasia s predchádzajúcimi pozorovaniami (Gáborčík, 1986c; Gáborčík, 1985b). Ako uvádza Gregorová (1988), rozkladom koreňovej hmoty kostravy trstovitej sa môže do pôdy dostať značné množstvo živín, avšak rozklad koreňovej hmoty môže prebiehať s rozdielnou intenzitou, pretože jednotlivé odrody sa líšia aj v koncentrácii dusíka i pomere C : N, ktorý v značnej miere rozhoduje o rýchlosti rozkladu. Zároveň predpokladáme, že v našom pokuse išlo o prevahu živých kore-

ňov, pretože ako uvádza T r o u g h t o n (1981), životnosť koreňa kostravy trstovitej je až 692 dní.

Odrodovú variabilitu hmotnosti koreňového systému mladých, nedefoliovaných a nejarovizovaných rastlín kostravy trstovitej sme potvrdili už v predchádzajúcom období (G á b o r č í k, 1986d) a zistili sme, že odrody s vyššou produkciou sušiny v počiatočnom období rastu dosahovali menší podiel hmotnosti koreňa z celkovej hmotnosti rastliny. Ak použijeme rozdelenie odrôd z uvedenej práce pre sortiment použitý v tomto pokuse, javí sa, že odrody s väčším koreňovým systémom vykazujú aj väčšiu produkciu fyto-masy, čo vyplýva z korelácií medzi charakteristikami koreňovej sústavy a produkciou sušiny kostravy trstovitej (S u g y i a m a, T a k a h a s h i, 1985; G á b o r č í k, 1989). Uvedomujúc si, že nemôžeme výsledky dosiahnuté v nádobových pokusoch priamo porovnávať s výsledkami o produkčných vlastnostiach kostravy trstovitej v poľných podmienkach, predsa sa len ukazuje, že napr. odroda Ludion je menej produkčná (G á b o r č í k, 1986d) a zároveň má táto odroda aj menší koreňový systém (tab. I), čo môže súvisieť aj s jej o 10 až 12 % nižšou produktivitou v porovnaní s odrodou Lekora (G á b o r č í k, K r a j č o v i č, 1989). Pri analýze produkčného procesu kostravy trstovitej na úrovni metabolizmu CO₂ (G á b o r č í k, M a s a r o v i č o v á, 1989) sa taktiež potvrdili odrodové rozdiely v distribúcii vytvorených asimilátov, čo sa odrazilo aj v hmotnosti koreňa. Potvrdili sme tiež pomerne úzku spätosť medzi koncentráciou chlorofylu v listoch a množstvom koreňovej hmoty sledovaných odrôd. Pri určení toho istého vzťahu medzi jednotlivými skupinami odrôd (obr. 1) a koncentráciou chlorofylu z viacerých meraní (G á b o r č í k, 1986b) sa určila stredná ($r = 0,632$) až veľmi tesná ($r = 0,998$) korelácia pri sledovaní troch (2. až 4. skupina), resp. štyroch (2. až 5. skupina) skupín, hoci porovnanie všetkých skupín odrôd tento vzťah už nepotvrdilo ($r = 0,380$). Je zrejmé, že vzťah medzi koreňovým systémom a koncentráciou chlorofylu v listoch je podstatne zložitejší, ale väčší (mohutnejší) koreňový systém dáva predpoklady pro efektívnejší príjem vody a živín, čo v konečnom dôsledku určuje biosyntézu tohto rastlinného pigmentu. Pri opätovnom porovnaní odrôd Ludion a Lekora sa potvrdilo, že v odrode Lekora bola koncentrácia chlorofylu vyššia o 14 % v poľnom pokuse (G á b o r č í k, 1981) a o 8 % vo viacnásobnom priemere nádobového pokusu (G á b o r č í k, 1986b), čo sa zhoduje aj s väčším množstvom koreňovej hmoty odrody Lekora a korešponduje aj s jej vyššou produktivitou a využitím PhAR (G á b o r č í k, K r a j č o v i č, 1989). Nakoľko vzťah medzi koreňovým systémom kostravy trstovitej a jej produkčnou schopnosťou je zložitejší, bude si vyžadovať ďalšie detailnejšie štúdium nielen s cieľom objasnenia fyziologického základu tvorby úrody tohto druhu kŕmnych tráv, ale aj z aspektu využitia vlastností koreňa v jeho šľachtení.

Literatúra

- GÁBORČÍK, N.: Obsah chlorofylu a dusíka v listoch niektorých tráv mierneho pásma. In: Ved. Práce Výsk. Úst. Lúk Pasien., B. Bystrica, 15, 1981, s. 153-163.
GÁBORČÍK, N.: Odrodová rozdielnosť niektorých fyziologicko-morfologických znakov kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) zisťovanej v roku výsevu. Rostl. Vyr., 31, 1985a, č. 12, s. 1241-1254.

GÁBORČÍK, N.: Zmeny vybraných fyziologicko-morfologických charakteristik kostravy trstovitej cv. Lekora pestovanej v rôznych podmienkach dusíkatej výživy. Poľnohospodárstvo, 31, 1965b, č. 11, s. 986-995.

GÁBORČÍK, N.: Charakteristika mladých rastlín niektorých druhov a kultivarov tráv. I. Morfológicko-fyziologické ukazovatele. Poľnohospodárstvo, 32, 1986a, č. 7, s. 593-602.

GÁBORČÍK, N.: Obsah chlorofylu, chemické zloženie a rýchlosť rastu kultivarov kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). Poľnohospodárstvo, 32, 1986b, č. 1, s. 30-38.

GÁBORČÍK, N.: Charakteristika mladých rastlín niektorých druhov a kultivarov tráv. II. Koncentrácia minerálnych živín a rozpustných cukrov v asimilačných plevách a v koreni. Poľnohospodárstvo, 32, 1986c, č. 8, s. 695-703.

GÁBORČÍK, N.: Genetická variabilita mladých rastlín kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) na deficit vody. Rostl. Výr., 32, 1986d, č. 7, s. 701-713.

GÁBORČÍK, N.: Charakteristika koreňového systému niektorých odrôd kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.) a jeho vzťah k produkcii. Rostl. Výr., 35, 1989, č. 3, s. 317-326.

GÁBORČÍK, N. — KAŠPER, J.: Kostrava trstovitá — štúdium morfológicko-fyziologických a produkčných vlastností na Výskumnom ústave lúk a pasienkov. In: Ved. Práce Výsk. Úst. Lúk Pasien., B. Bystrica, 19, 1987, s. 149-164.

GÁBORČÍK, N. — KAŠPER, J. — ONDRÁŠEK, L.: Produkcia a distribúcia sušiny rôznych porastov cv. Lekora kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). In: Ved. Práce VCPÚ — Úst. Lúk Pasien. B. Bystrica, 1989, č. 20 (v tlači).

GÁBORČÍK, N. — KRAJČOVIČ, V.: Porovnanie produkčnej schopnosti a efektívnosti využitia fotosynteticky aktívnej radiácie odrodami Lekora a Ludion kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). In: Ved. Práce VCPÚ — Úst. Lúk Pasien. B. Bystrica, 1989, č. 20 (v tlači).

GÁBORČÍK, N. — MASAROVICOVÁ, E.: Fotosyntéza a respirácia odrôd kostravy trstovitej (*Festuca arundinacea* Schreb.). Rostl. Výr., 35, 1989, č. 4, s. 409-417.

GREGOROVÁ, E.: K produkčnej schopnosti kostravy trstovitej v suchých oblastiach. Rostl. Výr., 34, 1988, č. 3, s. 311-317.

SUGIYAMA, S. — TAKAHASHI, N.: The relationship between root and shoot system in *Festuca arundinacea* Schreb. with special reference to dry matter production. J. Jap. Soc. Grassl. Sci., 31, 1985, č. 3, s. 280-288.

TROUGHTON, A.: Length of life of grass roots. Grass and Forage Sci., 36, 1981, s. 117-120.

Došlo dňa 27. 5. 1988

ГАБОРЧИК, Н. (Научный центр почвоплодородия — Институт лугов и пастбищ, Б. Быстрица): Количество и химический состав корневой массы сортов овсяницы тростниковидной (*Festuca arundinacea* Schreb.). Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 749-755.

В опыте в сосудах определяли скопление корневой массы 21 сорта овсяницы тростниковидной (*Festuca arundinacea* Schreb.), как и ее химический состав после 5 дефолиаций растений. Масса составила от 981,3 г. м⁻² (WG 3B) до 577,8 г. м⁻² (Ludion), и сорта разделили на 5 групп (рис. 1). Величина соотношения корня к массе наземных частей ($R:S$) находилась в пределах 3,5 (Alta) — 8,7 (WG 3B). За искл. группы с самым активным накоплением корневой массы, подтверждена положительная корреляция между количеством корневой массы и продукцией сухого вещества наземных частей на последнем отборе. В сравн. с концентрацией веществ в ассимиляционных тканях, в корнях меньше концентрации азота, фосфора, магния и калия (62, 32, 6%), но зато кальция и натрия больше в 3,40 и 1,75 раза. Подобные данные касаются также меди, марганца и цинка (290, 340, 390%). Аналогия отмечена и между размерами корневой системы и концентрацией хлорофилла в листьях, предполагается также корреляция между корневой системой и урожайностью сортов овсяницы.

овсяница тростниковидная; сорта; корневая система; соотношение $R:S$; азот; минеральные вещества; концентрация

GÁBORČÍK, N. (Research Centre of Soil Fertility — Grassland Research Institute, Banská Bystrica): *The Output and Chemical Composition of Root Matter in Tall Fescue (Festuca arundinacea Schreb.) Varieties*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 749-755.

In a pot trial the cumulation of root matter was studied in 21 varieties of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.); the chemical composition of root matter was determined after five defoliations of the plants. The output of root matter fluctuated from 981.3 g per m² (WG 3B) to 577.8 g per m² (Ludion), the varieties could be divided into five groups (Fig. 1). The value of the root : aboveground matter ratio ($R:S$) fluctuated within the range from 3.5 (Alta) to 8.7 (WG 3B). With the exception of a group with the most active cumulation of root matter, a positive relationship was confirmed between the output of root matter and the output of aboveground dry matter in the last sampling. In comparison with nutrient concentrations in the assimilating tissues, the root system has lower concentrations of nitrogen, phosphorus, magnesium and potassium (62, 32, 83 and 6 ‰), but the root concentrations of calcium and sodium are higher 3.40 and 1.75 times. Similar relationships were determined for the concentrations of copper, manganese and zinc (290; 340; 390 ‰). There exists a coincidence between the root system size and the leaf chlorophyll concentrations, and linkages between the root system and the productivity of tall fescue varieties are being outlined.

tall fescue; varieties; root system; $R:S$ ratio; nitrogen; mineral elements; concentration

GÁBORČÍK, N. (Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit — Institut für Grasland und Weidewirtschaft, Banská Bystrica): *Menge und chemische Zusammensetzung der Wurzelmasse von Rohrschwingelsorten (Festuca arundinacea Schreb.)*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 749-755.

Bei einem Gefäßversuch untersuchten wir die Akkumulation der Wurzelmasse von 21 Sorten des Rohrschwingels (*Festuca arundinacea* Schreb.) und deren chemische Zusammensetzung nach fünffacher Defoliation der Pflanzen. Die Menge der Wurzelmasse schwankte von 981,3 g · m⁻² (WG 3B) bis 577,8 g · m⁻² (Ludion) und die getesteten Sorten konnten in fünf Gruppen eingeteilt werden (Abb. 1). Der Wert des Verhältnisses der Wurzelmasse zur Masse der oberirdischen Teile ($R:S$) schwankte im Bereich zwischen 3,5 (Alta) bis 8,7 (WG 3B). Mit Ausnahme der Gruppe mit der aktivsten Akkumulation der Masse in der Wurzel bestätigte sich die positive Beziehung zwischen der Menge der Wurzelmasse und der Trockensubstanzproduktion der oberirdischen Teile bei der letzten Entnahme. Im Vergleich mit der Konzentration der Nährstoffe in der Assimilationsgeweben erreicht das Wurzelsystem eine niedrigere Stickstoff-, Phosphor-, Magnesium- und Kaliumkonzentration (62, 32, 83 und 6 ‰), die Kalzium- und Natriumkonzentration war jedoch um ein 3,40- bzw. 1,75faches höher. Ähnliche Abhängigkeiten gelten auch für die Kupfer-, Mangan- und Zinkkonzentrationen (290, 340 und 390 ‰). Es wird auf das Vorhandensein einer Koinzidenz zwischen der Größe des Wurzelsystems und der Chlorophyllkonzentration in den Blättern hingewiesen und es wird eine Verbindung zwischen dem Wurzelsystem und der Produktivität der Rohrschwingelsorten vermutet.

Rohrschwengel; Sorten; Wurzelsystem; Verhältnis $R:S$; Stickstoff; Mineralnährstoffe; Konzentration

Adresa autora:

Ing. Norbert G á b o r č í k, CSc., Výskumné centrum pôdnej úrodnosti — Ústav lúk a pasienkov, Mládežnícka 36, 974 21 Banská Bystrica

ŽIVOTNÍ JUBILEUM ING. VÁCLAVA ZAVŘELA, CSc.

Dne 22. července 1989 se dožívá v plné pracovní aktivitě 60 let ing. Václav Zavřel, CSc., samostatný vědecký pracovník výzkumného pracoviště Československé akademie zemědělské v Praze, člen odboru rostlinné výroby ČSAZ a člen předsednictva odboru vodního hospodářství a zemědělské meteorologie ČSAZ.

Pochází z Moravského Krumlova, v němž se roku 1945 účastnil se svým otcem odboje a povstání za národní osvobození.

Po absolvování VŠZ v Brně působil v letech 1955 až 1962 ve vedoucích technicko-hospodářských funkcích na Státním statku v Žatci. V Ústavu pro vědeckou soustavu hospodaření v Praze — v oblastní stanici v Žatci byl zaměstnán v letech 1962 až 1971 a v období let 1971 až 1976 pracoval na oddělení zemědělské politiky Severočeského KV KSČ Ústí nad Labem.

Funkci ředitele Výzkumného a šlechtitelského ústavu řepářského v Semčicích vykonával v letech 1976 až 1982. Na svěřeném pracovišti prosadil vyřešení dlouhodobých složitých sociálních a organizačních problémů včetně výchovy mladých vědeckých pracovníků.

Výsledkem řešení státních úkolů, které koordinoval, bylo v roce 1979 předání první jednoklíčkové odrůdy Domona pro praxi. V roce 1982 byla vyšlechtěna další jednoklíčková odrůda cukrovky. Zasloužil se o to, že v rámci ústavu byla uvedena do provozu řepná laboratoř, dva velkokapacitní sklady na sazečku, výpočetní středisko a že byly vyvinuty nové unikátní přístroje pro vědeckou práci.

V letech 1976 až 1982 byl členem Společného výboru pro hospodářskou a vědeckotechnickou spolupráci mezi ČSSR a NDR a členem vědecké koordinační porady pro výzkum cukrovky zemí RVHP. V letech 1977 až 1984 byl aktivním členem Mezinárodního ústavu pro výzkum cukrovky (Institut International de Recherches Betteravières) v Bruselu. Přednášel a publikoval také v zahraničí, např. na sympozii Akademie zemědělských věd NDR, Evropské ekonomické komise OSN a na zimních kongresech IIRG konaných v Bruselu. Celkem publikoval 107 vědeckých odborných článků doma i v zahraničí.

V současné době pracuje jako zástupce vedoucího oddělení prognóz vědeckotechnického rozvoje zemědělskopřmyslového komplexu a výzkumném pracovišti ČSAZ a podílí se na řešení úkolu státního plánu ekonomického výzkumu. Je tajemníkem skupiny pro spolupráci mezi ČSAV a ČSAZ aj.

Za jeho práci mu byla udělena pamětní medaile k 25. výročí budování socialistického zemědělství, k 30. výročí osvobození ČSSR, resortní vyznamenání Zasloužilý pracovník MZVŽ a čestná stříbrná plaketa ČSAZ Za zásluhy o rozvoj vědy a výzkumu v oblasti zemědělství a výživy.

K životnímu jubileu srdečně blahopřejeme a připojujeme přání pevného zdraví a dalších tvůrčích úspěchů.



Ing. Alfréd Fryček, CSc.

J. Mařátko

MAŘÁTKO, J. (Výzkumný a šlechtitelský ústav chmelařský, Žatec): *Uplatnění koncentrátů stopových prvků ve výživě chmele*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 757-765.

V období let 1985 až 1987 byly ověřovány nové koncentráty se stopovými prvky (zinek, bór, molybden) pro výživu chmele. Pokus proběhl na dvou stanovištích s dobrou a nízkou zásobou mikroelementů. Dávky zinku byly 24 a 35 kg/ha, bóru 4 a 24 kg/ha a molybdenu 1,8 kg/ha. Výsledky půdních rozborů ukázaly, že aplikací koncentrátů došlo k doplnění mikroelementů, které byly v průběhu tří let chmelovou rostlinou odčerpány. Na obou stanovištích došlo ke zvýšení výnosu, nejvyšší zvýšení bylo zaznamenáno na stanovištích s nízkou zásobou, a sice o 8 až 15 % oproti kontrole ve druhém roce po aplikaci. Třetím rokem se na tomto stanovišti výnos snížil. Na druhém stanovišti byl výnos zvýšen i ve třetím roce oproti kontrole o 3 až 5 %. V porovnání se solemi zinku a bóru bylo dosaženo lepších výsledků u nových koncentrátů.

chmel; mikroelementy; půda; výnos chmelových hlávek

V posledních letech se neustále potvrzuje názor, že mikroelementy jsou ve výživě rostlin a zvířat stejně důležité jako makroelementy.

Velká pozornost je u chmele věnována hlavně dvěma mikroelementům — zinku a bóru. Při studiu etiologie kadeřavosti chmele v provokačních pokusech dosáhl Kříž (1967a, b) celkového habituálního ozdravení kadeřavých rostlin na parcelách ošetřených zinkem a vypracoval metodu symptomatické léčby kadeřavosti sloučeninami zinku.

Význam bóru pro chmel sledoval Průša (1962), který uvádí, že u chmele kolísá obsah bóru v listech během vegetace, a zjistil i závislost obsahu bóru na poloze listů na révě. Skládal (1970) řadí chmel k rostlinám tvořícím příznaky hladovění bórem na vegetativních nikoli na generativních orgánech.

Při studiu předčasného zasychání hlávek chmele uvádějí Bureš et al. (1975) zřejmý vliv nedostatku fosforu, hořčíku, bóru a přebytku mědi v půdě na zvyšování výskytu zasychání hlávek. Podle reakce plodin na přihnojení stopovými prvky (Neuberg, 1978) byl chmel zařazen takto: dobře reaguje na přihnojení bórem (při malém obsahu v půdě aplikovat 1 až 3 kg/ha) a zinkem (při malém obsahu aplikovat 5 až 13 kg/ha); málo reaguje na přihnojení molybdenem, středně reaguje na přihnojení manganem.

Zattler (1963) považuje obsah zinku v půdě 2,8 až 17,4 mg/kg za obvyklý, ale jako mezní hodnotu pro chmel uvádí 500 mg/kg. Nedostačující množství zinku bývá podle zmíněného autora na půdách s kyselou reakcí a na půdách přehnojených fosforem.

MATERIÁL A METODA

V období let 1985 až 1987 byl založen pokus, ve kterém se ověřovaly nové koncentráty se stopovými prvky pro výživu chmele. Koncentráty dodal VÚAnCH, Ústí nad Labem. Pokusy se prováděly na stanovišti ÚH Stekník a ŠS Měcholupy.

Varianty pokusu

1. NPK + koncentrát (Zn = 35 kg/ha, B = 8,5 kg/ha, Mg = 42 kg/ha);
2. NPK + koncentrát (Zn = 35 kg/ha, B = 8,5 kg/ha, Mo = 1,8 kg/ha, Mg = 42 kg/ha);
3. NPK + koncentrát (Zn = 24 kg/ha, B = 4 kg/ha, Mg = 42 kg/ha);
4. NPK + koncentrát (Zn = 24 kg/ha, B = 4 kg/ha, Mo = 1,8 kg/ha, Mg = 42 kg/ha);
5. NPK + Mg-sole (Zn = 18 kg/ha, B = 4 kg/ha);
6. Kontrola (NPK + Mg).

Celková dávka základních živin u všech variant byla stejná: N = 140 kg/ha, P = 61 kg/ha, K = 140 kg/ha, Mg = 42 kg/ha. Aplikace koncentrátů a solí zinku a bóru se prováděla na jaře před řezem chmele 1985 společně se základními živinami NPK + Mg, v letech 1986 až 1987 se hnojilo pouze NPK. V průběhu vegetace byly odebírány vzorky listové hmoty a byl sledován zdravotní stav rostlin. Při sklizni byl sledován výnos a chemickým rozbořem stanoven obsah alfa-hořké kyseliny. Před založením pokusu byly odebírány půdní vzorky, v dalších letech byl odběr prováděn vždy po sklizni. U půdních vzorků byl stanoven obsah základních živin, včetně zinku, bóru a molybdenu, které se stanovovaly ve výluhu 1M HCl.

Charakteristika pokusných stanovišť

Stekník — antropogenní nivní půda, orniční vrstva mírně humózní se slabě zásaditou půdní reakcí; půdní profil hluboký, jílovitohlinitého zrnitostního složení; půda se vyznačuje příznivými fyzikálními poměry a dobrou vnitřní drenáží; zásoba živin před založením pokusu je uvedena v tab. V.

Měcholupy — centrum žatecké chmelařské oblasti, chmelařská poloha údolí Zlatého potoka (Blšanka); půda středně těžká, typická permská červenka s obsahem železitých a hlinitých sloučenin v rozmezí 6 až 8 %, zásoba je dobrá, hladina spodní vody v hloubce 150 cm; zásoba živin před založením pokusu je uvedena v tab. VII.

VÝSLEDKY

Výnosové výsledky jsou uvedeny v tab. I a II. Za období tří let sledování byl nejvyšší výnos dosažen na obou stanovištích u varianty 4 (koncentrát Zn + B + Mo). Vyšší výnos oproti variantě 5 (sole Zn, B), která se v současné době v praxi používá, byl dosažen u variant s aplikovanými koncentráty. V indexovém vyjádření bylo zaznamenáno průměrné zvýšení o 8 až 15 %.

Na stanovišti Stekník, kde je zásoba živin včetně mikroelementů dobrá, byl v průběhu tří let zjištěn postupný nárůst výnosu. Klesající tendence výnosu byla zaznamenána u varianty 5 (sole Zn, B).

I. Výnos suchého chmele v t.ha⁻¹ a indexový přepočet (stanoviště Měcholupy) —
Yield of dry hops in tonnes per ha and index conversion (Měcholupy site)

Varianta	Rok			Ø	Index (%)
	1985	1986	1987		
1.	1,16	0,89	1,33	1,13	109
2.	1,01	1,28	1,08	1,12	108
3.	1,07	1,62	1,02	1,24	119
4.	1,21	1,54	1,30	1,35	130
5.	1,08	1,10	0,94	1,04	100
6.	0,85	1,47	0,78	1,04	100

II. Výnos suchého chmele v t.ha⁻¹ a indexový přepočet (stanoviště Stekník) —
Yield of dry hops in tonnes per ha and index conversion (Stekník site)

Varianta	Rok			Ø	Index (%)
	1985	1986	1987		
1.	0,90	1,53	1,80	1,41	127
2.	0,94	1,40	1,48	1,28	115
3.	0,90	1,23	1,24	1,12	101
4.	1,00	1,52	1,59	1,37	127
5.	0,93	1,28	1,12	1,11	100
6.	0,72	1,43	1,43	1,28	115

Na stanovišti Měcholupy, kde je zásoba živin včetně mikroelementů nízká, došlo ke zvýšení výnosu u všech variant, vyjma varianty 1 v druhém roce po aplikaci koncentrátů. Ve třetím roce po aplikaci došlo k poklesu výnosu u všech variant, nejnižší výnos byl zaznamenán u varianty 6 (bez mikroelementů).

Při hodnocení obsahu alfa-hořké kyseliny bylo dosaženo na obou stanovištích nejvyššího obsahu u varianty 3 (koncentrát Zn + B), kdy průměrná hodnota byla 4,9 %. Je zajímavé, že ani u jedné varianty nebyla zjištěna průměrná hodnota pod 4 % alfa-hořké kyseliny. Výsledky obsahu alfa-hořké kyseliny u jednotlivých variant a stanovišť jsou uvedeny v tab. III a IV.

Podle výsledků agrochemického rozboru půdy před založením pokusu má stanoviště Stekník dobrou zásobu mikroelementů. Stanoviště Měcholupy má nízkou zásobu. Aplikací koncentrátů došlo na obou stanovištích ke zvýšení obsahu bóru a zinku v půdě. U varianty 4 se zvýšil obsah molybdenu, je však otázka, zda molybden obsažený v koncentrátu má nějaký efekt. Výsledky rozborů půd jsou uvedeny v tab. V až VIII.

Při sledování zdravotního stavu porostu u jednotlivých variant se nevyskytlo žádné poškození způsobené aplikací koncentrátů.

III. Obsah alfa-hořké kyseliny v ‰ (stanoviště Měcholupy) — Content of alpha-bitter acid (‰) (Měcholupy site)

Varianta	Rok			Ø	Index (%)
	1985	1986	1987		
1.	4,8	5,3	4,4	4,8	117
2.	4,0	4,6	4,0	4,2	102
3.	4,6	4,8	5,2	4,9	120
4.	4,3	5,0	4,1	4,5	110
5.	4,1	4,4	3,8	4,1	100
6.	4,5	4,0	5,0	4,5	110

IV. Obsah alfa-hořké kyseliny v ‰ (stanoviště Stekník) — Content of alpha-bitter acid (‰) (Stekník site)

Varianta	Rok			Ø	Index (%)
	1985	1986	1987		
1.	4,8	5,1	3,9	4,6	110
2.	4,0	5,2	4,8	4,7	112
3.	4,6	5,4	4,6	4,9	117
4.	4,3	4,8	3,9	4,3	102
5.	4,1	5,0	3,5	4,2	100
6.	4,5	5,1	3,7	4,4	105

V. Agrochemický rozbor půdy (výluh 1N HCl) v mg.kg⁻¹ půdy před založením pokusu (1985/III — stanoviště Stekník) — Agrochemical analysis of the soil (1N HCl extract) in mg per kg of soil before the start of the trial (1985/III — Stekník site)

Va-rianta	pH	P	K	Mg	Humus	Mo	Zn	B
1.	7,1	102	181	150	1,6	0,067	60	2,5
2.	7,0	150	227	170	1,8	0,068	74	2,7
3.	7,2	227	349	172	1,9	0,105	59	3,4
4.	7,15	152	212	166	1,7	0,075	68	2,2
5.	7,2	202	234	172	1,7	0,065	54	2,7
6.	7,15	171	291	173	2,0	0,062	50	2,14

DISKUSE

Se stoupající spotřebou hnojiv vzrůstá podíl hnojiv s vysokou koncentrací živin, zejména vícesložkových. Při současně používaných vysokých dávkách průmyslových hnojiv se dostávají mikroelementy do ne-

VI. Agrochemický rozbor půdy (výluh 1N HCl) v mg.kg⁻¹ půdy po sklizni (rok 1987/X — stanoviště Stekník) — Agrochemical analysis of the soil (1N HCl extract) in mg per kg of soil after harvest (year 1987/X — Stekník site)

Va- rianta	pH	P	K	Mg	Humus	Mo	Zn	B
1.	7,1	60	140	145	1,4	0,080	80	2,9
2.	7,0	56	122	200	1,4	0,076	69	3,2
3.	7,3	85	210	165	1,3	0,111	70	3,0
4.	6,9	71	130	170	1,2	0,100	74	2,6
5.	6,9	64	155	160	1,2	0,060	69	2,7
6.	7,2	101	195	150	1,3	0,055	30	1,9

VII. Agrochemický rozbor půdy (výluh 1N HCl) v mg.kg⁻¹ půdy před založením pokusu (1985/III — stanoviště Měcholupy) — Agrochemical analysis of the soil (1N HCl extract) in mg per kg of soil before the start of the trial (1985/III — Měcholupy site)

Va- rianta	pH	P	K	Mg	Humus	Mo	Zn	B
1.	5,6	40	212	164	1,6	0,037	6,4	0,74
2.	5,3	59	382	166	1,6	0,033	6,23	0,77
3.	5,5	66	288	159	1,3	0,032	6,33	0,94
4.	5,2	65	252	174	1,6	0,032	21,5	1,20
5.	5,9	58	198	162	1,5	0,040	7,6	0,87
6.	5,6	36	190	154	1,6	0,041	6,7	0,75

VIII. Agrochemický rozbor půdy (výluh 1N HCl) v mg.kg⁻¹ půdy po sklizni (1987/X — stanoviště Měcholupy) — Agrochemical analysis of the soil (1N HCl extract) in mg per kg of soil after harvest (1987/X — Měcholupy site)

Va- rianta	pH	P	K	Mg	Humus	Mo	Zn	B
1.	5,7	60	230	169	1,3	0,045	21	1,8
2.	5,8	37	125	164	1,7	0,040	14	1,6
3.	6,2	83	185	181	1,03	0,038	36	2,0
4.	6,1	142	120	239	0,82	0,034	54	1,7
5.	5,4	25	132	231	1,4	0,045	22	1,0
6.	5,8	51	140	135	1,1	0,038	30	0,9

vyváženého poměru k makroelementům a jsou limitujícím faktorem výnosu, zvláště při nedostatečném obsahu v půdě. Ve většině starších literárních prací je otázka zabezpečení mikroelementů pro chmelovou rostlinu řešena odkazem na jejich dostatečnou zásobu v půdě. V současné době se touto problematikou zabývá řada autorů, protože se stále

častěji vyskytuje problém nedostatečné výživy chmele mikroelementy vlivem nízké nebo velmi nízké zásoby těchto prvků v půdě. Proto také cílem naší práce bylo ověřit ve výživě chmele nové koncentráty se stopovými prvky, aplikované do půdy. K i c k (1973) zjistil, že v důsledku mnohonásobné a zčásti silné vazby některých stopových živin v půdě, závislé na pH, obsahu organické hmoty, redox potenciálu, není vždy zajištěna roční náhrada odčerpaného množství ke krytí roční spotřeby. U nejnižších obsahů stopových živin v půdách nelze tuto potřebu s jistotou krýt. Nedostatek mikroelementů je možno řešit u víceletých kultur mimokořenovou výživou.

V e s e l ý, M a t á t k o (1981) dosáhli dobrých výsledků s fritou ZF-403 s bórem a ZF-308 se zinkem, kdy se výnos oproti kontrole zvýšil v průměru tří let o třetinu. Výhoda frit a mimokořenové výživy oproti ověřovaným koncentrátům je v tom, že lze aplikovat pouze chybějící prvek.

Odstrížením rév při sklizni nedochází k částečnému návratu živin do podzemní části rostlin. U mikroelementů je odčerpávání sice nižší, ale vazby v půdě jsou většinou silnější a absolutní obsahy v půdě nižší. Nestačí tedy nahrazovat pouze odčerpané množství, ale nutně vytvořit v půdě optimální zásobu stopových prvků a udržovat relativně vyšší rezervu, která však nesmí dosahovat nebo překračovat hranici toxicity.

Literatura

- BUREŠ, V. — ŠTRANC, J. — KAFKA, K.: Studium ekologie předčasného zasychání hlávek chmele. [Výzkumná zpráva.] Žatec, VÚCH 1975.
KICK, H.: Intenzita hnojení a vymezení obsahu stopových živin a stopových prvků v půdě (překlad). In: Sbor. Weltkongress für Düngungsfragen, 1973, s. 339-340.
KRÍŽ, J.: Význam zinku v symptomatice kadeřavosti chmele. In: Nové poznatky ve výzkumu viróz v rostlinné výrobě. Praha, ÚVTI 1967a.
KRÍŽ, J.: K problematice kadeřavosti chmele. Chmelářství, 40, 1967b.
NEUBERG, J.: Stopové prvky v rostlinné výrobě ČSR. Praha, SZN 1978, 152 s.
PRŮŠA, V.: Bór ve výživě chmele. Chmelářství, 35, 1962, č. 1.
SKLÁDAL, V.: Výzkum výživy chmele z hlediska potřeby mikroprvků. [Výzkumná zpráva.] Žatec, VÚCH 1970.
VESELÝ, F. — MATÁTKO, J.: Uplatnění frit se zinkem a bórem ve výživě chmele. Rostl. Výr., 27, 1981, č. 1, s. 71-81.
ZÄTTLER, F.: Kupfer und Hopfenpflanze. Hopfen-Rdsch., 14, 1963, č. 14.

Došlo dne 7. 1. 1988

МАТЯТКО, Я. (Научно-исследовательский институт хмелеводства, Жатец): **Применение концентратов микроэлементов в питании хмеля.** Рostl. Výr., 35, 1989 (7) : 757-763.

В период 1985—1987 гг. проверялись новые концентраты, содержащие микроэлементы (цинк, бор, молибден) для питания хмеля. Опыт проходил на двух местонахождениях с хорошим и низким запасом микроэлемента. Дозы цинка были 24 и 35 кг/га, бора 4 и 24 кг/га и молибдена 1,8 кг/га. Результаты почвенных анализов показали, что применением концентратов способствовало дополнению микроэлементов, которые были в ходе трех лет хмелевым растением отобраны. На обоих местонахождениях увеличился урожай, самое высокое увеличение установили на местонахождении с низким запасом, причем это на 8—15 % в противоположность контролю во втором году после применения. На третий год на данном местонахождении урожай понизился. На втором местонахождении урожай был увеличен и на третьем году в противоположность контролю на 3—5 %. В сравнении с солями цинка и бора получили лучшие результаты у новых концентратов.

хмель; микроэлементы; почва; урожай хмелевых шишек

MAŤÁTKO, J. (Research and Breeding Institute of Hop Growing, Žatec): *The Role of Trace Element Concentrates in Hop Nutrition*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 757-763.

New trace element concentrates, containing Zn, B, Mo, were tested in hop nutrition in 1985 to 1987. The trial was conducted at two sites with high and low reserves of microelements in the soil. The zinc application rates were 24 and 35 kg per ha, boron 4 and 24 kg per ha, and molybdenum 1.8 kg per ha. As shown by the results of soil analyses, the reserve of microelements, exploited over three years by the hop vines, was replenished by the application of the concentrates. The yield increased at both sites, but the increase was higher where the soil microelement reserve had been low (by 8 to 15 %, compared with control, in the second year after the application of concentrates). However, the yield decreased in the third year. At the other site, the yield remained increased (by 3 to 5 %) even in the third year. The results of the application of the new concentrates were better than those of the use of zinc and boron salts.

hops; microelements; soil; yield of hop cones

MAŤÁTKO, J. (Forschungs- und Züchtungsinstitut für Hopfenanbau, Žatec): *Ausnutzung der Konzentrate von Spurenelementen in der Hopfenernährung*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 757-763.

Von 1985 bis 1987 überprüften wir die Eignung der neuen Konzentrate mit Spurenelementen (Zn, B, Mo) für die Hopfenernährung. Der Versuch verlief auf zwei Standorten mit einem guten und niedrigen Vorrat an Mikroelementen. Es wurden 24 und 35 kg Zn/ha, 4 und 24 kg B/ha und 1,8 kg Mo/ha angewendet. Die Ergebnisse der Bodenanalysen zeigten, dass infolge der Applikation von Konzentraten die durch die Hopfenpflanzen während der drei untersuchten Jahre entzogenen Mikroelemente nachergänzt werden konnten. Auf beiden Standorten kam es wiederum zur Ertragssteigerung. Die höchste Steigerung wurde auf einem Standort mit einem niedrigen Vorrat und zwar um 8 bis 15 % im Vergleich zur Kontrolle im zweiten Jahr nach der Applikation verzeichnet. Im dritten Jahr fiel auf diesem Standort der Ertrag ab. Auf dem zweiten Standort wurde der Ertrag auch im dritten Jahr im Vergleich zur Kontrolle um 3 bis 5 % erhöht. Im Vergleich zum Zn- und B-Salz wurden bei den neuen Konzentraten bessere Ergebnisse erzielt.

Hopfen; Mikroelemente; Boden; Hopfendoldenertrag

Adresa autora:

Ing. Jaroslav Maťátko, Výzkumný a šlechtitelský ústav chmelařský, Kadaňská 2525, 438 46 Žatec

BEER ANALYSIS (MODERN METHODS OF PLANT ANALYSIS, NEW SERIES, VOL. 7)

ANALÝZA PIVA (MODERNÍ METODY ANALÝZY ROSTLIN, NOVÁ ŘADA, SV. 7)

H. F. Linskens, J. F. Jackson (Eds)

Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tókyo, Springer Verlag 1988, 304 s.

Analytika piva a surovin k jeho výrobě má ve světě velmi starou tradici. Např. analytické metody ke kontrole kvašení byly používány již více než před sto lety. Současná pivovarská analytika plně využívá moderních biochemických a chemických metod. Do této knihy editoři nezařadili standardní metody rozboru vody a stanovení sacharidů, bílkovin a alkoholu, ale pozornost zaměřili na nové metody analýzy surovin rostlinného původu a na analýzu fermentačního procesu a konečného výrobku. Tyto metody jsou výbornou ukázkou toho, k jakému pokroku došlo během posledního desetiletí ve vývoji metod pro analýzu rostlin.

Prvá kapitola (G. C. J. Muts) poskytuje celkový přehled o analýze ječmene a sladu. Druhá kapitola (M. J. Allison) je věnována aplikaci vysokoúčinné kapalinové chromatografie v převrácené fázi na identifikaci odrůd ječmene. Jde o analytické stanovení hordeinů, albuminů, globulinů a glutelinů. V následující kapitole (U. Rasmussen) jsou popsány imunofluorescenční metody aplikované na detekci specifických bílkovin v obilkách ječmene a dále (S. Aastrup, K. G. Jørgensen) fluorimetrické metody používané k analýze ječmene a sladu. V kapitole o analýze chmele je nejvíce zdůrazněno použití vysokoúčinné kapalinové chromatografie. Stanovení β -glukanu různými metodami v ječmeni, sladu, sladidne a pivu se zabývají K. G. Jørgensen a S. Aastrup.

V poslední kapitole, týkající se surovin, pojednává B. Jende-Strid o stanovení antokyanidinů a fenolových kyselin v ječmeni, sladu, chmelu a pívě. V části věnované kvasnicím se nalézají kapitoly o šlechtění a charakterizaci pivovarských kvasinek včetně metody přenosu jednotlivých chromozómů (C. Gjermansen), o genetické analýze a transformaci lihovarských kvasinek využívající polymorfismu nukleotidových sekvencí (M. Bohl Pedersen), o screeningu a testování nových kmenů lihovarských kvasinek s ohledem na jejich schopnosti při lihových fermentacích melasy (B. E. Christensen, H. Eriksen) a nakonec o genetické analýze některých druhů rodu *Mucor* a manipulacích s nimi pomocí transformace (R. Heeswijck van, M. I. G. Roncero, L. P. Jepsen). Do poslední skupiny metod patří analytické postupy sledování kvality finálních produktů. Pojednává se zde o flavonoidech sladu a chmele v pivu plzeňského typu (J. A. Delcour). Dále je to stanovení těkavých sirných sloučenin v pívě (T. Peppard), stručný úvod do tzv. headspace analýzy (J. Strating), využití analýzy základních složek (principal components analysis — PCA) k monitorování kvality piva (T. Peppard). Poslední článek (S. Donhauser) se zabývá zákonem o čistotě piva.

RNDr. ing. Josef Zahradníček, CSc.

M. Ugorová, J. Vidovič

UGOROVÁ, M. — VIDOVIČ, J. (Výskumný ústav kukurice, Trnava): *Fyziologické aspekty indikácie doplnkovej závlahy*. Rostl. Výr., 35, 1989 (7) : 765-772. V trojročnom nádobovom pokuse v Trnave bola počas ontogenézy kukurice pri kontrole vody v koreňovom substráte sledovaná hydratácia listového pletiva cez vodný potenciál listov. Boli analyzované vzťahy hydratácie listového pletiva kukurice a fotosyntetických a produkčných ukazateľov pri stresovaných rastlinách (50 % maximálnej kapilárnej kapacity — MKK) a nestresovaných rastlinách (70 % MKK). Bola stanovená hraničná hodnota vodného potenciálu listu pre rýchlosť rastu porastu CGR a jej zložky a pre úrodu celkovej sušiny a zrna.

nádobový pokus; kukurica; listové pletivo; fotosyntetické a produkčné ukazovatele; vodný potenciál listu; úroda

Pri skúmaní závlahového režimu konkrétnej plodiny sa pestovateľ opiera o určité sledovateľné podklady, ktoré umožňujú určiť termín a veľkosť závlahovej dávky. Biologické podklady umožnili vypracovať rôzne fyziologické metódy, pri ktorých indikátorom zavlažovania je samotná rastlina. Z týchto fyziologických metód za najvýznamnejšie meradlo stavu vody v rastline sa považuje vodný potenciál. Vodný potenciál ψ_1 kvalitatívne hodnotí schopnosť vody konať prácu, pôsobí na vodu v pôde, rastlinách i v ovzduší.

Cieľom predloženej práce bolo nájsť kritické (hraničné) hodnoty hydratácie rastlinných pletív kukurice vplývajúce na jej produktivitu.

MATERIÁL A METÓDA

Pokus bol nádobový, trojročný. Do veľkých Mitcherlichových nádob sme použili zeminu, piesok a hnojivá v takom pomere, aby bol zachovaný priaznivý fyzikálny stav pôdy a nebola ovplyvnená produkcia. Pokus bol umiestnený v priestoroch pohyblivej priesvitnej vegetačnej haly s automatickým zakrývaním nádob v prípade atmosférických zrážok a automatickým odkrytím po ich ukončení. V nádobách sme pestovali po dvoch rastlinách hybridu kukurice CE 330. Je to modifikovaný dvojliniový hybrid, skupina skorosti FAO 330-350. Hybrid je odolný proti lá mavosti, dobre reaguje na závlahy, bol vyšľachtený v Šľachtiteľskej stanici Čejč a povolený v roku 1979.

Počas ontogenézy sme v nádobách udržiavali hladinu vody na 50, 60 a 70 % MKK. Hydratáciu listového pletiva sme sledovali meraním vodného potenciálu listov pomocou kufríkového psychrometra typu Wescor HR 33 T psychrometrickou metódou. Uvedené veličiny sme sledovali priamo na rastlinách kukurice pomocou listového psychrometra C-52 počas nasledovných fáz ontogenézy:

1. koniec vegetatívnej fázy (kvf),
2. objavenie metlín (mo),
3. kvitnutie metlín (mvk),
4. začiatok formovania zrna (otb),
5. mliečna zrelosť (mlzr).

Spolu s meraním ψ_l listov sme sledovali vývinové a rastovo-analytické ukazovatele rastliny. Vegetačné pozorovania sme robili na vybraných 24 rastlinách trikrát za týždeň. Sledovali sme vzhádzanie, počet listov objavených, oddelených, odumretých, výšku rastliny a stav generatívnych orgánov. V súlade s meraním ψ_l sme v uvedených fázach ontogenézy merali listovú plochu rastliny podľa stanovenej metodiky (Vidovič, 1976).

Z rastovo-analytických meraní sme vypočítali:

- hmotnosť jednotlivých orgánov rastliny (čerstvú a v sušine);
- listovú plochu jednej rastliny A a index listovej pokrývnosti LAI ;
- čistý výkon fotosyntézy NAR ;
- rýchlosť rastu porastu CGR

podľa postupu, ktorý uvádzajú Šesták, Čatský (1966).

Pri fyziologickej až zberovej zrelosti sme stanovili úrodové ukazovatele

- úrodu zrna U_{hosp} ;
- celkovú úrodu sušiny U_{biol} ;
- koeficient hospodárskej efektívnosti fotosyntézy K_{hosp} ;
- úrodu vegetatívnej sušiny U_{veg} .

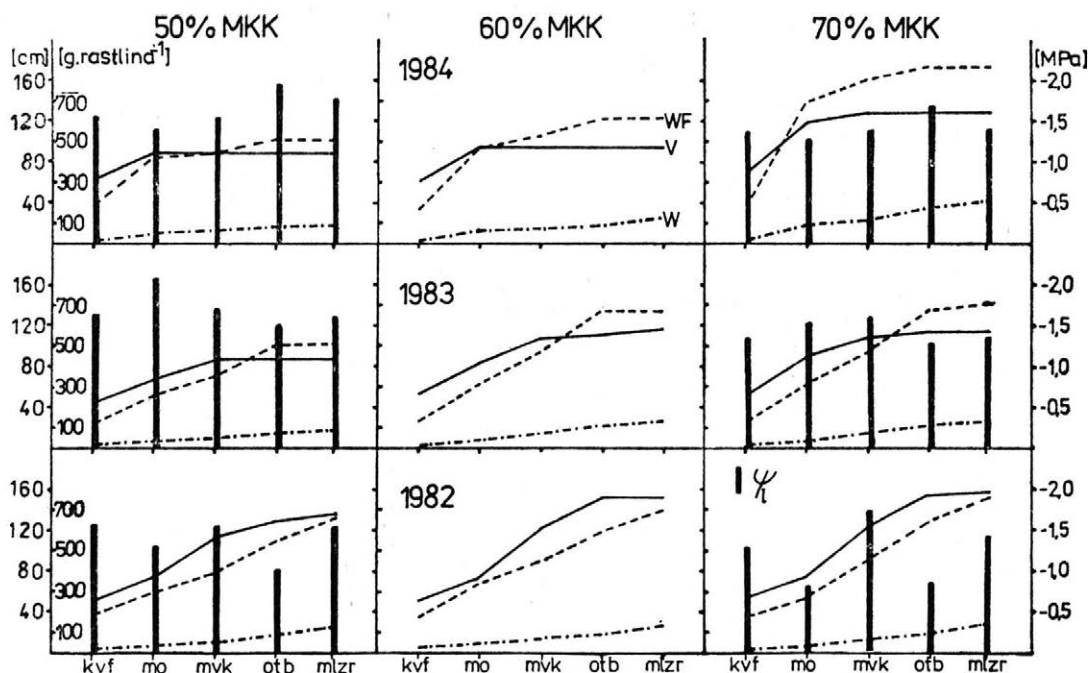
VÝSLEDKY

Vývinové a rastovo-analytické ukazovatele

Rozdielna hladina vody v koreňovom substráte ovplyvnila predovšetkým celkovú výšku rastlín, tieto rozdiely sa prejavili ako v hladinách, tak aj v rokoch. Kým v roku 1982 bola maximálna celková výška rastlín podľa fáz ontogenézy 134,7; 151,3 a 155,6 cm, t. j. rozdiel v dvoch extrémnych hladinách bol 20,9 cm, v nasledujúcich dvoch rokoch bol tento rozdiel 27,7 a 40,4 cm. Znížená hydratácia sa prejavila hlavne skrátením internódií kukurice, rozdiely v počte listov neboli také výrazné. Výraznejšie rozdiely sa objavujú aj v čerstvej hmotnosti celej rastliny a jednotlivých orgánov pri rôznych hladinách vody. V roku 1982 je rozdiel čerstvej hmotnosti celej rastliny pri 50 % a 70 % MKK pri mliečnej zrelosti rovný 87,3 g, v roku 1983 je to 205,2 g a v roku 1984 377,4 g na rastlinu.

Listová plocha rastliny A a index listovej pokrývnosti LAI dosahujú svojho maxima veľmi rozdielne. Kým v roku 1982 maximálna A a maximálny LAI boli pri hladine 60 a 70 % MKK vo fáze kvitnutia metlín a pri 50 % MKK vo fáze mliečnej zrelosti, v roku 1983 bolo toto maximum pri 50 % MKK vo fáze objavenia metlín, pri 60 % MKK vo fáze formovania zrna a pri 70 % MKK vo fáze kvitnutia metlín. V roku 1984 sa maximum A a LAI posunulo do fázy začiatku formovania zrna pri hladine 50 a 60 % MKK, pri 70 % MKK to bolo vo fáze kvitnutia metlín. V roku 1983 teda neskôr usychajú listy, je to hlavne vidieť pri stresovaných rastlinách. Kým v ostatných dvoch rokoch je tento proces pomalší. Tá istá hladina má maximálnu A a LAI až v mliečnej zrelosti. Celková výška rastlín V , prírastok čerstvej hmotnosti WF a suchej hmotnosti W sú uvedené na obr. 1.

Čistý výkon fotosyntézy NAR sme definovali v prírastkoch sušiny na 1 m² listovej plochy. V roku 1982 je maximum NAR pri hladine 50 % a 60 % MKK vo fáze objavenia metlín, pri 70 % MKK vo fáze kvitnutia metlín. Ďalšie maximum sa vo všetkých troch hladinách objavuje pri fá-



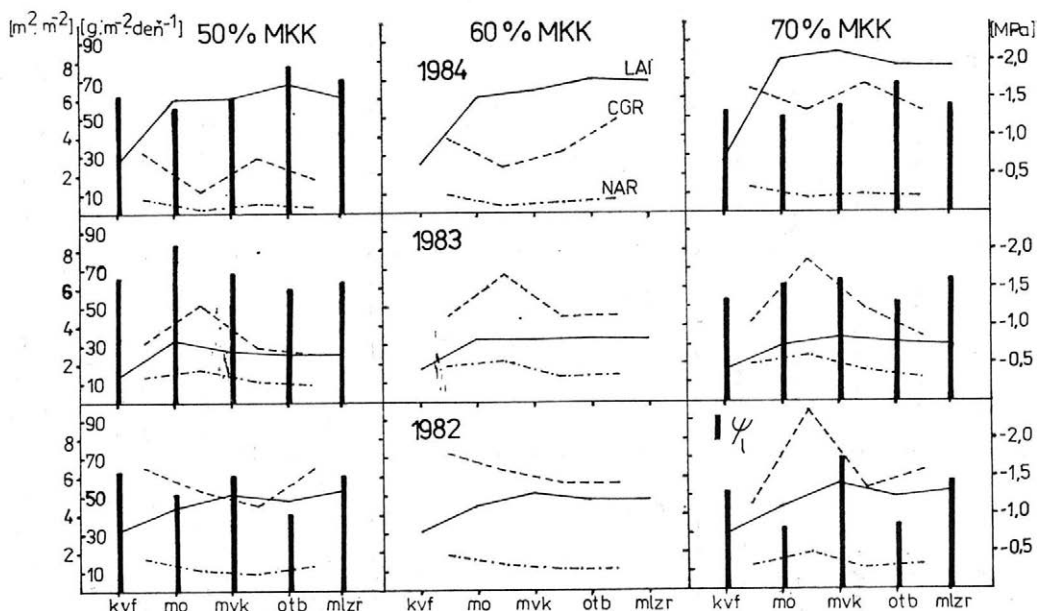
1. Niektoré biometrické ukazovatele a ukazovatele produktivity vo vzťahu k vodnému potenciálu — Some biometrical factors and productivity factors in relation to water potential

ze mliečnej zrelosti. V roku 1983 je výrazné maximum NAR pri všetkých troch hladinách vo fáze kvitnutia metlín, potom má tento ukazovateľ produkčných a rastových procesov klesajúcu tendenciu. V roku 1984 sa objavujú dve maximá vo fázach objavenia metlín a začiatku formovania zrna (tendencia rovnaká pri hladine 50 a 70 % MKK), pri hladine 60 % MKK sa druhé maximum posúva do fázy mliečnej zrelosti.

Rýchlosť rastu porastu CGR, resp. rýchlosť prírastku sušiny na plochu má v porovnaní s vysokými hodnotami LAI podobný charakter ako NAR. V roku 1982 pri hladine 50 a 60 % MKK sú dve maximá, a to vo fáze objavenia metlín a vo fáze mliečnej zrelosti. Pri hladine 70 % MKK sa nachádza jedno výrazné maximum pri fáze kvitnutia metlín. V nasledujúcich dvoch rokoch je charakter CGR podobný pri všetkých troch hladinách. V prvom roku je maximum vo fáze kvitnutia metlín, v roku 1984 vo fáze objavenia metlín a formovania zrna (obr. 2).

Ukazovatele produktivity rastliny

Hodnotili sme v absolútnej sušine pri zbere (zrno malo 20 a menej percent vlhkosti) úrodu zrna, biologickú a vegetatívnu úrodu nadzemnú a podzemnú a zberový index. Sledované ukazovatele boli vo všetkých rokoch najvyššie pri hladine 70 % MKK (výnimku tvorí U_{hosp} v roku 1983). Maximálna úroda pri hladine 70 % MKK bola v roku 1982, U_{veg} v roku 1983, U_{biol} v roku 1984. Úroda zrna bola pri tejto hladine vyššia oproti 50 % MKK v jednotlivých rokoch o 18; 7 a 60 %. Najvyššie rozdiely úrody zrna a ostatných ukazovateľov produktivity medzi jednotli-



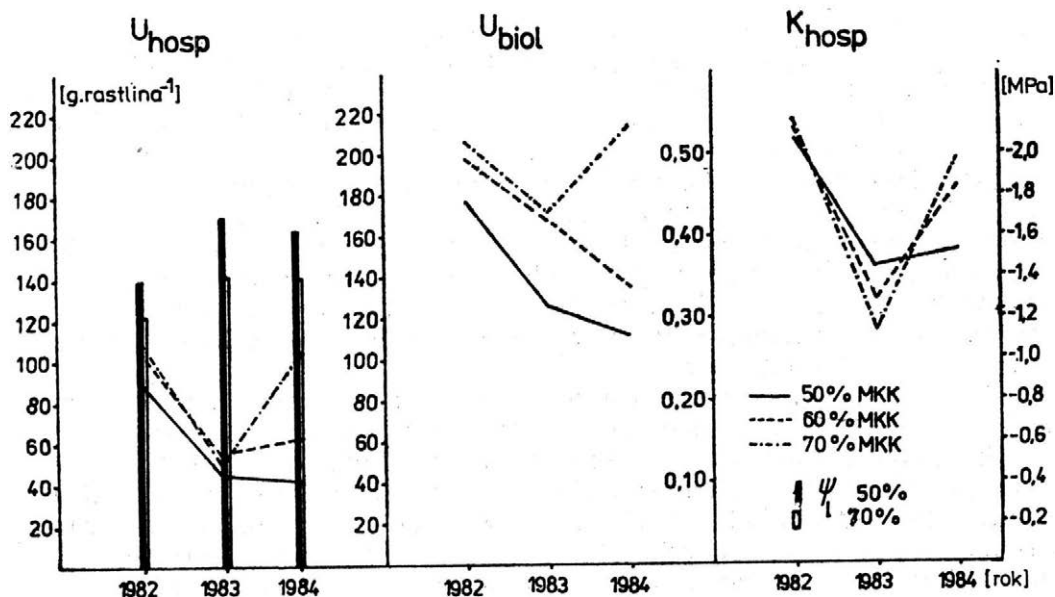
2. LAI, NAR, CGR a vodný potenciál v sledovanom období — LAI, NAR, CGR and water potential in the period of investigation

vými hladinami vody v koreňovom substráte sme pozorovali v roku 1984. Bol to rok v letných mesiacoch (jún a júl) studený a zrážkove prevažne suchý. Aj keď sme vylúčili vplyv atmosférických zrážok, môžeme predpokladať, že vyššia relatívna vlhkosť vzduchu a dostatočná zásoba vody v koreňovom substráte pri 70 % MKK vytvorili lepšie podmienky pre úrodovný proces ako pri ostatných dvoch rokoch. Naopak v roku 1982, kedy bola dosiahnutá najvyššia U_{hosp} , bola lepšia distribúcia asimilátov do zrna (K_{hosp} bol 0,52 až 0,54) pri všetkých troch hladinách (obr. 3).

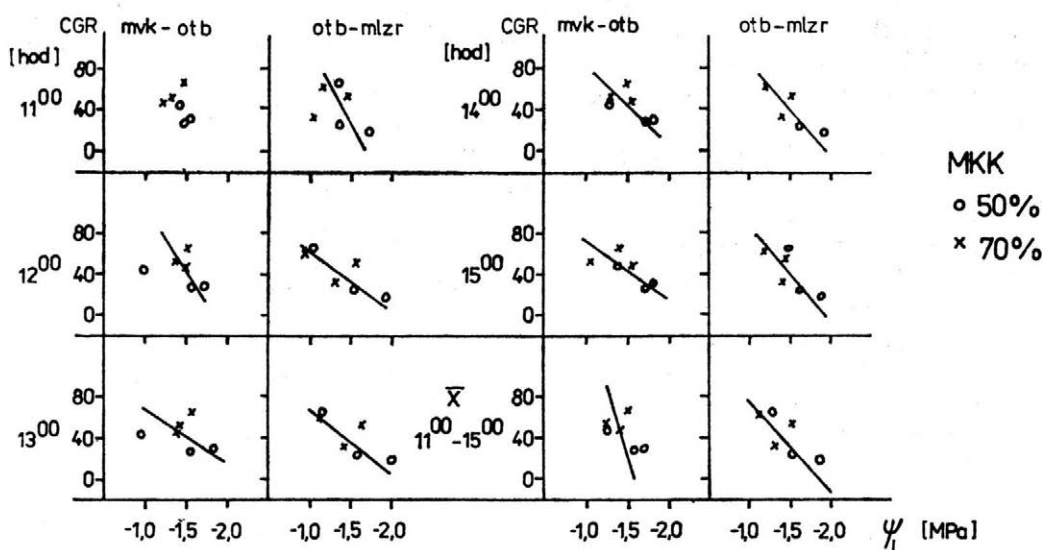
Interakcia vonkajších meteorologických činiteľov a ukazovateľov produktivity rastlín kukurice je zrejmá, ale vzhľadom na cieľ našej práce ju hlbšie nehodnotíme.

Hydratácia listov

Vodný potenciál ψ_l sme merali v hodinových intervaloch v čase približne od 10 do 15 h na listoch kukurice pri dvoch extrémnych hladinách vody v koreňovom substráte (50 a 70 % MKK). Obsah vody v nádobách silne vplyva na hydratáciu listov rastliny. Pri 50 % MKK sme namerali oproti 70 % MKK priemerné nižšie hodnoty ψ_l v roku 1982 o 0,17, v roku 1983 o 0,29 a v roku 1984 o 0,23 MPa. Charakter nameraných hodnôt je vo všetkých sledovaných rokoch a fázach ontogenézy rovnaký, výnimkou je fáza kvitnutia metlín v roku 1982, kedy sú výsledky opačné. Priebeh nameraných hodnôt ψ_l má počas intervalu merania klesajúci charakter, najnižšie hodnoty sme namerali v popoľudňajších hodinách (13 až 14 h), potom hodnoty ψ_l znovu stúpajú. Táto tendencia sa objavuje pri oboch hladinách, pri všetkých sledovaných fázach ontogenézy a vo všetkých sledovaných rokoch (obr. 2, 4).



3. Ukazovatele produktivity — Productivity factors



4. Vzťah CGR a vodného potenciálu v ontogenéze bez ohľadu na roky — Relationships of CGR and water potential in ontogenetic phases of maize regardless of the years

DISKUSIA A ZÁVER

Výsledky viacerých autorov (Classen, Shaw, 1970; Downey, 1971; Dutt, Gill, 1978; Turner, Jones, 1980; Gusev, Petinov, 1983) sa zhodujú v poznatku, že kukurica vykazuje najvyššiu potrebu živín s maximálnou spotrebou vody vo vegetačnom období

medzi koncom vegetatívnej fázy a mliečnou zrelosťou. Tiež výsledky z nádobových pokusov nášho pracoviska označujú fázu 10 % objavenia blizien pri kukurici na zrno za kritickú fázu z hladiska nedostatku vody (Ugorová, 1979). V tomto období sú v našich podmienkach skoro pravidelne prirodzené zrážky z hladiska potencionálnej evapotranspirácie nedostatočné alebo nerovnomerne rozdelené. Príkon prirodzených zrážok môže človek do určitej miery ovplyvniť, resp. modifikovať podľa svojich potrieb, resp. podľa potrieb jednotlivých plodín. K priamym metódam takéhoto pôsobenia patrí umelé riadenie vlahového režimu poľnohospodárskych plodín, čo je však vzhľadom na množstvo faktorov, ktoré tu vstupujú do interakcie, veľmi zložitý problém, ktorý si vyžaduje znalosť mnohých vedných odborov.

V našej práci sme sa orientovali len na tú časť tohto problému, v ktorej indikátorom nedostatku vody, resp. potreby zavlažovania je cez hodnotenie stavu vody v rastline samotná rastlina. Hydratačný stav rastliny závisí totiž nielen od vlhkosti pôdy, vlhkosti vzduchu a ďalších vonkajších faktorov, ale aj od vnútorných faktorov fotosyntézy a rastu rastliny. V poľnohospodárskej praxi by to znamenalo odporúčať metódu indikácie časovej potreby a dávky doplnkovej závlahy, v ktorej „povie“ samotná rastlina, kedy a koľko vody potrebuje. Tým smerujeme k docieleniu zvýšenia úrod zrna kukurice a zvýšeniu efektivity využitia vody, dodanej doplnkovou závlahou, ale aj z prirodzených zrážok.

Meranie vodného potenciálu listov odporúčajú viacerí autori ako citlivý indikátor odpovede rastliny na závlahu (Žila, 1973; Turner et al., 1974; Sneed, Patterson, 1983). Nami namerané hodnoty vodného potenciálu listov kukurice (pri 50 % MKK) ovplyvnili v interakcii s vplyvom vonkajších faktorov celý úrodotvorný proces kukurice. V roku 1982 hodnoty ψ_l (—1,5 MPa a menej) v období kvitnutia metlín spomalili tvorbu asimilačného pletiva, klesol čistý výkon fotosyntézy a prírastok sušiny na plochu. V roku 1983 sa podobné kritické obdobie posúva do neskorších fáz ontogenézy rastliny, nízke hodnoty ψ_l vo fáze objavenia metlín (—2,0 MPa a menej) ovplyvnili rýchlosť rastu porastu v obidvoch hladinách, listové pletivo rýchlejšie odumiera a asimiláty sa nepresúvajú do hospodársky významnejšej časti rastliny. V roku 1984, kedy je celý reprodukčný proces v dôsledku vplyvu vonkajších faktorov v ontogenéze posunutý, sme namerali nízke hodnoty ψ_l vo fáze formovania zrna. Hodnoty vodného potenciálu rovné —1,89 MPa a menej negatívne ovplyvnili napĺňanie už vytvorených základov zrn asimilátmi a U_{hosp} klesá.

Vodný potenciál listov a rýchlosť rastu porastu sme sledovali z dôvodu vylúčenia okamžitých rýchlych zmien P_N počas dňa. Ďalší dôvod bol vo fakte, že úroda sa netvorí len cez parameter P_N , resp. NAR , ale i cez ďalšie procesy a ukazovatele (LAI , LAD atď.). Z našich výsledkov vyplýva, že CGR bola v rokoch 1983 a 1984 vo všetkých sledovaných fázach ontogenézy pri hladine 70 % MKK vyššia ako pri hladine 50 % MKK. V roku 1982 je pri fáze objavenia metlín — mliečna zrelosť opačná tendencia (obr. 2). Celková rýchlosť tvorby úrody cez deň v podobe CGR za celý sledovaný úsek ontogenézy bola pri hladine 70 % MKK oproti 50 % MKK vyššia v roku 1982 o 7, v roku 1983 o 15 a v roku 1984 o 37 g.m⁻².deň⁻¹. Priemerný ψ_l za sledované roky bol pri hladine 50 % MKK rovný —1,57 a pri hladine 70 % —1,34 MPa, môžeme teda

vodný potenciál $-1,4$ MPa považovať za kritickú hodnotu hydratácie rastlinných pletív vplývajúcu na CGR (obr. 4). Reakcia CGR na ψ_l listov je výraznejšia vo fázach kvitnutia — mliečna zrelosť, ako vo fázach koniec vegetatívnej fázy — kvitnutie. Pri hladine 70 % MKK sa vyskytujú určité stabilnejšie hodnoty vodného potenciálu a reakcie CGR naň, pri 50 % MKK nastávajú kolísania ψ_l aj CGR.

Na základe dosiahnutých výsledkov našej práce možno závislosti medzi fyziologickými charakteristikami rastlinných pletív a ich nárokmi na vodu využiť pri riadení a spresňovaní závlahového režimu kukurice na zrnó. Riadenie závlahového režimu na základe fyziologickej metódy, založené na potrebách samotnej rastliny, je aktuálne najmä v súvisi s tendenciou ekonomicky efektívnejšieho využívania doplnkových závlah. Závislosť CGR a ďalších fyziologických a produkčných ukazovateľov bola ovplyvnená nielen hydratačným stavom pôdy, ktorý sme regulovali, ale aj atmosférickými agrometeorologickými faktormi, ako dopad FAR, teplota, potenciálny výpar, vlhkosť vzduchu.

Literatúra

- CLASSEN, M. M. — SHAW, R. H.: Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J.*, 1970, č. 5, s. 652-655.
- DOWNEY, L. A.: Water requirement of maize. *J. Austral. Inst. Agric. Sci.*, 1971, s. 32-41.
- DUTT, S. K. — GILL, K. S.: Diurnal changes in leaf water potential of rice, barley and wheat. *Biol. Plant.*, 20, 1978, č. 6, s. 472-474.
- GUSEV, N. A. — PETINOV, N. S.: Vodoobmen rastenij v uslovijach orošajemogo zemledelija. *Fiziol. Biochim. kult. Rast.*, 15, 1983, č. 1, s. 15-23.
- SNEED, R. E. — PATTERSON, R. P.: The future role of irrigation in a humid climate. In: C. D. RAPER Jr., P. J. KRAMER: Crop reactions to water and temperature stresses in humid temperate climates. Colorado, 1983, s. 187-199.
- ŠESTÁK, Z. — ČATSKÝ, J.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha, ČSAV 1966.
- TURNER, N. C. et al.: Drought resistance and adaption to water deficits in crop plants. In: Stress physiology in crop plants, New York, 1974, s. 123-156.
- TURNER, N. C. — JONES, M. M.: Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation. In: N. C. TURNER — P. J. KRAMER: Adaptations of plants to water and high temperature stress. New York, John Wiley and Sons 1980, s. 87-103.
- UGOROVÁ, M.: Štúdium vodného režimu rôznych genotypov kukurice. [Záverečná správa.] Trnava, 1979.
- VIDOVIČ, J.: Modifikácia metodického postupu pri rastovej analýze kukurice. In: Ved. Práce Výsk. Úst. Kukurice, 1976, č. 8, s. 35-44.
- ŽILA, L.: Príspevok k metodike určenia vodného potenciálu rastlinných pletív psychrometrickým spôsobom. *Biologia*, 1973, 28, č. 1, s. 77-82.

Došlo dňa 6. 5. 1988

УГОРОВА, М. — ВИДОВИЧ, Й. (Научно-исследовательский институт кукурузы, Трнава): Физиологические аспекты индикации добавочного орошения. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (7) : 765-772.

В ходе длившегося 3 года опыта в сосудах в Трнаве в период онтогенеза кукурузы, при контроле воды в корневом субстрате определяли гидратацию листовой ткани через водный потенциал листьев. Анализировали соотношения между гидратацией листовой ткани кукурузы, фотосинтетическими и продукционными показателями у подвергав-

шихся стрессам растений (50 % макс. капилл. емкости — МКЕ) и у неподвергавшихся (70 % МКЕ). Определили предельную величину водного потенциала листа с точки зрения скорости роста посева *CGR*, его компонентов и выхода всего сухого вещества и зерна.

опыт в сосудах; кукуруза; листовая ткань; показатели фотосинтеза и продукции; водный потенциал листа; урожай

UGOROVÁ, M. — VIDOVIČ, J. (Maize Research Institute, Trnava): *Physiological Aspects of Indication of Supplemental Irrigation*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 765-772.

In a three-year pot trial conducted at the Trnava locality during decisive ontogenetic phases of maize with a controlled water regime in the root substrate the leaf tissue hydration was investigated through the water leaf potential. Relations of hydration of the maize leaf tissue and photosynthetical and production factors in stressed plants (50 % of maximum capillary capacity) and unstressed plants (70 % MCC) were analyzed. The critical value of the water leaf potential for the growth rate of the maize stands *CGR* and for the dry matter and grain yield was determined.

pot trial; maize; leaf tissue; photosynthetical and production factors; water leaf potential; yield

UGOROVÁ, M. — VIDOVIČ, J. (Forschungsinstitut für Maisbau): *Physiologische Aspekte der Indikation von Zusatzberegnung*. Rostl. Vyr., 35, 1989 (7) : 765-772.

Bei einem dreijährigen Gefäßversuch wurde während der Ontogenese von Mais bei der Kontrolle des Wassergehalts im Wurzelsubstrat die Hydratation des Blattgewebes durch das Wasserpotential der Blätter untersucht. Es wurden die Beziehungen der Maisblattgewebdehydratation und der photosynthetischen und der Produktionsparameter an gestressten (50 % maximaler Kapillarkapazität — MKK) und nicht gestressten Pflanzen (70 % MKK) analysiert. Es wurde der Grenzwert des Wasserpotentials des Blatts für die Wachstumsgeschwindigkeit des Bestands *CGR* und für den Ertrag an Gesamttrockenmasse und der Kornertrag ermittelt.

Gefäßversuch; Mais; Blattgewebe; photosynthetische und Produktionsparameter; Wasserpotential des Blatts; Ertrag

Adresa autorov:

RNDr. Mária Ugorová, Ing. Jozef Vidovič, CSc., Výskumný ústav kukurice, Trstínska 1, 917 52 Trnava

VÝPOČET ROVNOVÁŽNEJ OBJEMOVEJ HMOTNOSTI PŮDY Z ÚDAJOV JEJ TEXTÚRY A OBSAHU HUMUSU

V. Linkeš, J. Makovníková, J. Kobza

Je známe, že objemová hmotnosť je jednoduchou, ale z viacerých hľadísk veľmi dôležitou charakteristikou fyzikálneho stavu pôdy, resp. fyzikálneho stavu jednotlivých horizontov pôdneho profilu.

Objemovou hmotnosťou môžeme najmä v relatívnom význame porovnávať a hodnotiť pôdy z hľadiska ich celkového štruktúrneho stavu, t. j. stavu vyplnenia určitého priestoru pevnou fázou pôdy, z hľadiska pórovitosti, odporu pôdy pri raste koreňov rastlín, alebo aj z hľadiska odporu pôdy pri jej obrábaní (stav zhutnenia pôd).

Objemová hmotnosť pôd je veličinou, ktorá je variabilná v priestore i v čase. Jeden z príkladov priestorovej variability objemovej hmotnosti ornice, v 200 m dlhom transekte pseudogleja na sprasňových hlinách je v tab. I.

Objemová hmotnosť je aj v súčasných podmienkach využívania pôd v základe podmienená pedogenetickými procesmi. V sondách a hlavných typoch pôd Slovenska z roku 1987 a 1988 sme nezistili výraznejšiu unifikáciu tejto vlastnosti vplyvom intenzívnej kultivácie. V jednotlivých pôdnych subtypoch a v ich litogénnych variantoch sa zachovávali rozdiely v hodnotách objemovej hmotnosti (týmto konštatovaním sa nevyjadrujeme k tendencii vývoja utlačania jednotlivých pôd).

Genéza pôd predstavuje z hľadiska vývoja rovnovážneho stavu objemovej hmotnosti veľmi ireverzibilný dej. Jej absolútne hodnoty sa v pôdnom pokryve ČSSR pohybujú od $0,22 \text{ g.cm}^{-3}$ (pretože objemová hmotnosť pôdy sa ešte stále často vyjadruje v jednotkách g.cm^{-3} uvádzame ju takto aj v našej práci; medzi týmto vyjadrením a vyjadrením v SI jednotkách je vzťah g.cm^{-3} až $10^3 \cdot \text{kg.m}^{-3}$) v horizontoch nadložného humusu alebo rašeliny, až do $1,9 \text{ g.cm}^{-3}$ v niektorých hrubo piesočnatých kompaktných morénových sedimentoch na úpätí Vysokých Tatier (reliktný fenomén z pleistocénu).

Variabilita objemovej hmotnosti v krátkych obdobiach ako je napr. rok, časť roka, niekoľko rokov a pod., je podmienená kultiváciou pôd, zmenou ich vlhkosti, kryogénnymi procesmi, tixotropiou, prirodzeným uliehaním a striedaním plodín. Výsledkom je (okrem extrémnych prípadov) reverzibilný dej s tendenciou pôdy dosiahnuť ustálený stav — geneticky podmienenú rovnovážnu objemovú hmotnosť. Ak neberieme do úvahy hodnotu objemovej hmotnosti v stave čerstvého nakyprenia pôdy, ktorá je pre väčšinu prípadov jej použitia nie zaujímavá a len zriedka sa meria, môžeme na základe výsledkov viacerých autorov konštatovať, že objemová hmotnosť kolíše od jari do jesene v rozpätí od 3 do 26 %, ale často len okolo 10 % (Facek, 1964, 1974; Fulajtár, 1986; Klobučický, 1973; Kobza, 1985; Archív VCPÚ - ÚPVR).

Rovnovážnou objemovou hmotnosťou vyjadrujeme ustálenú charakteristiku fyzikálneho stavu pôdy. Žiaľ, aj napriek tomu, že meranie objemovej hmotnosti nie je technicky náročnou analýzou, v údajovom fonde zo sond z pedologických prieskumov ČSSR (údaje z približne 90 000 sond archivovaných tradičným spôsobom alebo na pamätových médiách počítačov), tvoria údaje z meraní hodnôt objemovej hmotnosti necelé 2 % z uvedeného počtu sond. Údajový fond, resp. báza dát súčasného pedologického subsystému informačného systému o pôde však disponuje v plnom počte údajmi o tých vlastnostiach pôd, ktoré majú rozhodujúci vplyv na objemovú hmotnosť pôdy v jej rovnovážnom stave a je možné ju z nich vypočítať s vysokou mierou pravdepodobnosti. Túto možnosť dokazujú aj Adams (1973) a Rawls (1983) vo svojich prácach, ktoré sú založené na výpočte objemovej hmotnosti pôdy z parametrov jej textúry a obsahu organickej hmoty, resp. matematicky zhodnocujú vplyv uvedených vlastností na objemovú hmotnosť.

Naša práca vychádza z obdobných princípov. Použili sme však odlišný postup vlastného výpočtu hodnôt objemovej hmotnosti. Cieľom práce je v prvom rade charakterizovať ľubovoľné základné aj účelové pôdne jednotky rovnovážnou objemovou hmotnosťou ich horizontov (t. j. jednotky genetického klasifikačného systému pôd, ďalej napr. účelové jednotky novej bonitácie pôd — tzv. hlavné pôdne jednotky, alebo regionálne určené predstavitelia takýchto jednotiek). Priame merania objemovej hmotnosti, ktoré sú v ČSSR k dispozícii, tvoria totiž ešte stále príliš riedku a neúplnú sieť, aby mohli podávať objektívnu charakteristiku celého pôdneho pokryvu z tohto aspektu.

Výsledky priamych meraní objemovej hmotnosti, ktoré sme pre túto prácu použili z dostupných publikovaných prác, ale najmä z výskumov Ústavu pôdozvedectva a výživy rastlín — Výskum-

I. Priestorová variabilita objemovej hmotnosti ornice v transekte pseudogleja —
Spatial variability of topsoil bulk density in pseudogley transect

Vlastnosti	Výsledky meraní s rozstupom sond 20 m										$\bar{x}$	sx
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Objemová hmotnosť (g. cm ⁻³)	1,513	1,426	1,315	1,139	1,517	1,474	1,606	1,392	1,446	1,540	1,437	0,262
Humus (%)	1,83	1,95	2,07	1,92	1,79	1,97	1,56	1,83	1,90	2,06	1,88	0,31

ného centra pôdnej úrodnosti (špeciálne pedologické sondy, účelové sondy, merania v rámci poľných pokusov), sú s najväčšou pravdepodobnosťou hodnotami jej rovnovážneho stavu, pretože sme použili len výsledky meraní z konca letného obdobia.

Ďalej uvedená metóda samozrejme nenahrádza konkrétne merania objemovej hmotnosti, potrebné pre rôzne vedecké účely, pre exaktné určenie momentálneho fyzikálneho stavu pôdy a jeho dynamiky, pre posúdenie parciálneho vplyvu mechanizácie, ani pre určenie extrémneho zhutnenia pôdy. Navrhnutá metóda je metódou zovšeobecňujúcou, ktorá má význam pre celkovú charakteristiku fyzikálnych vlastností pôdneho pokryvu najmä v tých prípadoch, keď nemáme dostatok priamych meraní objemovej hmotnosti, čo je ešte stále aktuálna situácia.

Metóda je okrem toho navrhnutá tak, že zvyšovaním počtu priamych meraní objemovej hmotnosti súčasne s meraním obsahu frakcie celkového ílu a humusu a ich ukladaním v báze dát informačného systému o pôde sa objektivita jej výsledkov bude zvyšovať. Tabuľka regresných koeficientov (tab. III), ktorá tvorí súčasť algoritmu výpočtu rovnovážnej objemovej hmotnosti v pedologickom subsystéme informačného systému o pôde, sa bude periodicky upravovať podľa nových empirických údajov.

Výpočet rovnovážnej objemovej hmotnosti pomocou regresnej analýzy

Pri hľadaní najpravdepodobnejšieho vzťahu pre výpočet rovnovážnej hodnoty objemovej hmotnosti sme vychádzali z údajov sond z pedologických prieskumov a výskumov v ČSSR. Pomocou regresných analýz sme posúdili vzťahy medzi objemovou hmotnosťou a rôznymi inými vlastnosťami pôd meranými v týchto sondách. Prehľad výsledkov jednoduchej regresnej analýzy je v tab. II. Výsledky ukazujú, že najtesnejší, a teda najvhodnejší vzťah pre výpočet objemovej hmotnosti je z údajov obsahu frakcie ílu a jemného a stredného prachu (< 0,01 mm) a množstva humusu. Táto závislosť sa dá zdôvodniť tým, že frakcia zrnitosti < 0,01 mm a obsah humusu spoločne vo

II. Prehľad regresných analýz vzťahov objemovej hmotnosti k iným pôdnym vlastnostiam — Regression analyses of the relations of bulk density to other soil characteristics

Y	X	Typ regresie	Korelačný koeficient r
Objemová hmotnosť	piesok (0,25 — 2,0 mm)	logaritmicá	0,0762
	piesok (0,25 — 2,0 mm)	exponenciálna	0,080
	piesok (0,25 — 2,0 mm)	lineárna	0,0008
	prach (0,01 — 0,05 mm)	logaritmicá	0,042
	prach (0,01 — 0,05 mm)	exponenciálna	0,0068
	fyzikálny íl (< 0,001 mm)	logaritmicá	0,042
	frakcia (< 0,01 mm)	exponenciálna	0,680
	humus	logaritmicá	0,470

výraznej miere rozhodujú o štruktúrnom stave pôdy (kohézna schopnosť pri ireverzibilnej tvorbe mikroagregátov) a podiel humusu ovplyvňuje objemovú hmotnosť pôdy aj priamo, pretože jeho objemová hmotnosť je veľmi nízka – priemerne $0,224 \text{ g.cm}^{-3}$ (Rawls, 1983). Ostatné faktory nemôžu mať výraznejší vplyv na objemovú hmotnosť pôdy, pretože v jednotlivých empirických meraniach mali temer nemenné hodnoty (merná hmotnosť pôdy sa pohybovala od 2,60 do 2,70 mimo pôdy s extrémne vysokým obsahom organickej hmoty), alebo to bolo zrejme už z logického posúdenia (kompozícia ílových minerálov), preto neboli podrobené regresnej analýze.

Vzhľadom na veľké rozpätie hodnôt objemovej hmotnosti v pôdach ČSSR sme východiskové údaje rozdelili po 10 % ílu a po 0,5 % humusu (tab. III). V jednotlivých poliach takto vzniknutej siete sme na údaje objemovej hmotnosti získané z priamych meraní aplikovali postupnú regresnú analýzu, a to pre závislosť strednej hodnoty objemovej hmotnosti q_d (g.cm^{-3}) na hodnotách nezávisle premenných, ktorými boli obsah frakcie ílu a jemného a stredného prachu ($< 0,01 \text{ mm}$ v %) a množstvo humusu v %.

Exponenciálnou regresnou analýzou sme určili vzťah medzi rovnovážnou hodnotou objemovej hmotnosti (q_d v g.cm^{-3}) a obsahom frakcie $< 0,01 \text{ mm}$ (p v %):

$$q_d = Ae^{Bp} \quad [1]$$

kde A, B sú regresné koeficienty, určené pre každé pole siete zvlášť, s presnosťou závislou na množstve použitých východiskových experimentálnych údajov n , $e = 2,7182818$ (Eulerovo číslo).

$$A = \frac{\sum q_d - B \sum (\ln p)}{n} \quad [2]$$

$$B = \frac{n \sum (\ln p \cdot q_d) - \sum (\ln p) \cdot \sum q_d}{n \sum (\ln p)^2 - [\sum (\ln p)]^2} \quad [3]$$

Mieru štatistickej tesnosti tohto vzťahu vyjadruje korelačný koeficient r :

$$r = \frac{n \sum p \cdot \ln q_d - \sum p \cdot \sum \ln q_d}{\sqrt{\{n \sum p^2 - (\sum p)^2\} \{n \sum (\ln q_d)^2 - (\sum \ln q_d)^2\}}} \quad [4]$$

Vo výsledkoch priamych meraní objemovej hmotnosti, ktoré sú, ako sme uviedli vyššie, základom navrhnutéj metódy výpočtu jej rovnovážneho stavu, sa viditeľne prejavuje vplyv rôzneho obsahu humusu. Pretože tento vplyv je výrazný už v rámci konkrétneho poľa tabuľky vyjadrujúcej odstupňované kombinácie obsahu ílu a humusu (tab. III), riešili sme ho na tejto úrovni druhou časťou regresnej analýzy.

Rozdiel medzi vypočítanou objemovou hmotnosťou a jej empirickou hodnotou v každom konkrétnom poli sme brali za závisle premennú y k nezávisle premennej x , ktorou je množstvo humusu v %. Vzťah medzi $y \leftrightarrow x$ vyjadruje logaritmická regresná analýza:

$$y = C \ln x + D \quad [5]$$

kde C, D sú regresné koeficienty vypočítané pomocou vzťahu:

$$C = \frac{n \sum (x \ln y) - \sum x \sum \ln y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad [6]$$

$$D = \frac{\sum \ln y - C \sum x}{n} \quad [7]$$

$$r = \frac{n \sum x \ln y - \sum x \sum \ln y}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum (\ln y)^2 - (\sum \ln y)^2\}}} \quad [8]$$

Korelačný koeficient (4, resp. 8) vyjadrujúci mieru tesnosti medzi objemovou hmotnosťou, obsahom frakcie $< 0,01 \text{ mm}$ a obsahom humusu v konkrétnych poliach (tab. III) sa pohyboval v rozmedzí $\pm 0,8$ až $\pm 1,0$, čo nás oprávňuje pokladať získanú závislosť pre výpočet rovnovážnej hodnoty objemovej hmotnosti za smerodajnú.

Hodnoty rovnovážnej objemovej hmotnosti pre pôdu, ktorú máme charakterizovanú len množstvom humusu a obsahom frakcie $< 0,01 \text{ mm}$, potom vypočítame pomocou regresných koeficientov z tab. III:

$$q_d = Ae^{Bp} + C \ln x + D \quad [9]$$

kde A, B, C, D sú regresné koeficienty vypočítané osobitne pre každé pole a uvedené v tab. III, p je obsah frakcie $< 0,01 \text{ mm}$ v %, x je množstvo humusu v %, $e = 2,7182818$. Regresné koefi-

III. Regresné koeficienty *A*, *B*, *C*, *D* pre výpočet objemovej hmotnosti z obsahu
 culation of bulk density from humus content and clay fraction < 0.01 mm

Humus (%)	Regresný koeficient	0–10	11–20	21–30
0,6–1,0	<i>A</i>			
	<i>B</i>			
	<i>C</i>			
	<i>D</i>			
1,1–1,5	<i>A</i>	1,39679		2,5316
	<i>B</i>	0,01558		–0,0187
	<i>C</i>	$4,05 \cdot 10^{-3}$		0,06949
	<i>D</i>	$9,6 \cdot 10^{-5}$		–0,0243
1,6–2,0	<i>A</i>	1,3055	3,1177	
	<i>B</i>	0,02959	–0,0435	
	<i>C</i>	0,0339	0,0001	
	<i>D</i>	–0,01496	–0,001	
2,1–2,5	<i>A</i>	1,3018		3,5586
	<i>B</i>	0,01596		–0,0306
	<i>C</i>	$4,621 \cdot 10^{-3}$		–0,5272
	<i>D</i>	$–2,928 \cdot 10^{-3}$		0,462
2,6–3,0	<i>A</i>			2,178
	<i>B</i>			–0,018
	<i>C</i>			–0,612
	<i>D</i>			0,6359
3,1–3,5	<i>A</i>			1,143
	<i>B</i>			0,00047
	<i>C</i>			0,927
	<i>D</i>			–1,050
3,6–4,0	<i>A</i>			
	<i>B</i>			
	<i>C</i>			
	<i>D</i>			
4,1–6,0	<i>A</i>		1,1347	0,9249
	<i>B</i>		$6,805 \cdot 10^{-3}$	$4,1040 \cdot 10^{-3}$
	<i>C</i>		$–4,407 \cdot 10^{-3}$	–0,44887
	<i>D</i>		$8,632 \cdot 10^{-3}$	0,7259
6,1–	<i>A</i>		0,112146	0,3713
	<i>B</i>		0,1044	0,0266
	<i>C</i>		1,6283	$–6,324 \cdot 10^{-3}$
	<i>D</i>		–2,665	0,01415

31—40	41—50	51—60	61—70	71—80
1,00182 0,01014 0,01013 2,129.10 ⁻³		0,27729 0,031409 3,738.10 ⁻³ 2,075.10 ⁻³		
	0,9811 7,5310.10 ⁻³ -0,7948 0,3349	0,71455 0,0149 -0,0612 0,0258	1,6046 -2,8879.10 ⁻³ 0,0001 -0,001	
2,520 -0,0145 0,870 -0,430	0,690 0,0165 -0,524 0,3386	2,598 -0,013 -0,945 0,651	0,3875 0,01804 0,03449 -0,02359	
1,321 0,0007 0,034 -0,0152	1,053 0,0059 0,290 -0,220		0,8876 6,851.10 ⁻³ 0,0115 -7,565.10 ⁻³	
1,0743 6,532.10 ⁻³ 0,3283 -0,326	4,00 -0,023 0,399 -0,395	1,2854 1,3214.10 ⁻³ 1,977 -2,056	0,892 0,0052 0,859 -0,851	0,6992 8,603.10 ⁻³ 0,3984 -0,3980
2,796 -0,0240 4,722.10 ⁻³ -4,9427.10 ⁻³	0,3078 0,0280 0,4520 -0,534	0,441 0,0216 -0,643 0,786		
			1,0842 5,082.10 ⁻³ -1,0982 1,4597	1,8345 -2,749.10 ⁻³ -0,0314 0,0425
0,9206 4,4829.10 ⁻³ -0,71958 1,2010				
			0,99862 7,6318.10 ⁻³ 0,0001 -0,0001	

cienti v tab. III nie sú zatiaľ vypočítané pre každé jej pole, t. j. pre každú odstupňovanú kombináciu obsahu ílu a humusu, pretože sme nemali k dispozícii dostatočné množstvo údajov z priamych meraní. Väčšinou ide o extrémne kombinácie vysoko humózných, extrémne ľahkých, alebo veľmi ťažkých pôd. Chýbajúce regresné koeficienty budú postupne doplňované a uložené v pedologickom subsystéme informačného systému o pôde (VCPÚ — Ústav pôdozvedectva a výživy rastlín a AGRIS, Bratislava).

Hodnoty ρ_d , ktoré sme použili pre výpočet regresných koeficientov, boli merané v pôdach pod rôznymi plodinami. Vplyv rôznej hmotnosti koreňového systému sme pri výpočte rovnovážnej objemovej hmotnosti nevzali do úvahy, pretože rozdiely v jeho hmotnosti sú zanedbateľne malé. V hĺbke do 0,1 m od povrchu sa hmotnosť koreňového systému pohybuje od $1,22 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ u lucerny, cez $3,60 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ u strniskových medziplodín, po $4,09 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ u trvalých trávnych porastov (Římovský, 1983). Pokiaľ sa tento vplyv prejavuje na rozdielnom obsahu humusu, je zohľadnený v rovniciach [5], [6], [9].

Navrhnutá metóda výpočtu rovnovážnej objemovej hmotnosti ρ_d , aj keď je v podstate metódou zovšeobecňujúcou, umožňuje v súčasných pomeroch pedologických údajových fondov ČSSR charakterizovať týmto parametrom s vysokou mierou pravdepodobnosti všetky taxóny klasifikácie pôd, aj ich regionálne či lokálne predstavitelia alebo ich litogénne (substrátové) varianty. Obsah frakcie ílu a jemného stredného prachu $< 0,01 \text{ mm}$ charakterizuje vo významnej miere aj textúru jednotlivých skupín pôdotvorných substrátov a ovplyvňuje objemovú hmotnosť litogénnych variantov jednotlivých pôdných subtypov, ktorú konštatuje napr. Facek (1982).

Výpočtom ρ_d pre pôdne taxóny môžeme na jednej úrovni objektivity, napr. interpretáciou prostredníctvom pedologických máp vyjadriť stav prirodzeného zhutnenia pôdneho pokryvu, ktoré je až na ojedinelé prípady rozhodujúce, zobraziť ho na mape, vypočítať plochy jednotlivých kategórií prirodzeného zhutnenia a na základe toho riadiť agrotechniku hlbkového kyprenia pôdneho profilu. (Prirodzené zhutnenie pôdy je výsledkom procesov sedimentácie minerálnej časti pôdy a následných alebo synchrónnych pôdotvorných procesov a vyjadruje základný stav zhutnenia pôdneho profilu.)

Charakteristiky ρ_d pre konkrétne jednotky pôdneho pokryvu a taxóny ich klasifikácie majú veľký význam aj pre určenie reálnych hmotnostných koncentrácií konkrétnych pevných látok v pôde. Pri výpočte dávok priemyslových hnojív, či už vo forme hmotnostnej koncentrácie ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) alebo hmotnostného pomeru ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$), môžu v porovnaní s teraz používaným prepočtom na jednotku plochy (ha) vznikáť veľké rozdiely v množstve hnojív, to znamená aj v ich efektívnosti z hľadiska výživy rastlín i z ekonomického hľadiska. Napr. rozdiel $0,1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ρ_d v orniciach rôznych pôd znamená rozdiel v dávke hnojív vypočítaný v hmotnostných jednotkách u 19 % superfosfátu 30 až $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a u 50 % draselnej soli 15 až $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podobné výsledky dostaneme rovnako pri prepočte na hmotnosť ako aj na objem ornice, pretože medzi objemovou hmotnosťou a celkovou pórovitosťou je temer priamy vzťah.

Literatúra

- ADAMS, W. A.: The effect of organic matter on the bulk and true densities of some uncultivated podzolic soils. *J. Soil Sci.*, 24, 1973, s. 10-17.
- FACEK, Z.: Studie über die Beziehungen einiger Eigenschaften in der Bodendynamik. *Rostl. Výr.*, 10, 1964, č. 5-6, s. 585-600.
- FACEK, Z.: Changes in soil fabric due to organic and mineral fertilization. *Rostl. Výr.*, 20, 1974, č. 8, s. 809-812.
- FACEK, Z.: Humus a půdní vlastnosti. *Rostl. Výr.*, 28, 1982, č. 3, s. 305-316.
- FULAJTÁR, E.: Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. Bratislava, VEDA, Poľnohospodárstvo, 1/86 séria A, 1986, 156 s.
- KLOBUŠICKÝ, K.: Agrofyzikálna charakteristika hnedých pôd. [Kandidátska dizertácia.] Banská Bystrica, 1973, Výsk. Úst. Pôdoznal. Výž. Rastl.
- KOBZA, J.: Genéza a úrodnosť ilimerizovaných pôd a pseudoglejov v Juhoslovenskej kotline. [Kandidátska dizertácia.] Banská Bystrica, 1985, 114 s. Výsk. Úst. Pôdoznal. Výž. Rastl.
- RAWLS, W. J.: Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *Soil Sci.*, 135, 1983, č. 2, s. 123-125.
- ŘÍMOVSKÝ, K.: Bilance potřeby a úhrady organických látek v osevním postupu. *Rostl. Výr.*, 29, 1983, č. 4, s. 353-361.
- Archívne fondy údajov z pedologických sond. Bratislava, VCPÚ-ÚPVR.

Došlo dňa 29. 3. 1988

Выведение равновесной объемной массы грунта и данных об его текстуре и гумусосодержании

Выдвинут метод выведения равновесной объ. массы грунта (ρ_d) из содержания гумуса ($\%$), ила, мелкой и средней пыли ($< 0,01$ мм в $\%$) на базе регрессионного анализа соотношений между приведенными свойствами из данных эмпирических измерений в разных грунтах. Анализ состоял из двух частей: в I. определяли зависимость ρ_d от фракции $< 0,001$ мм (уравнение 1, 2, 3); во II. зависимость разницы между выведенной и эмпирической величинами ρ_d (уравнение 5, 6, 7) от содержания гумуса. Путем воссоединения сепаратных регрессионных анализов выведено отношение для определения ρ_d из приведенных свойств грунта (уравнение 9): $\rho_d = Ae^{Bp} + C \ln x + D$, где A, B, C, D — коэффициенты регрессии (табл. III), p — содержание фракции $< 0,01$ мм, x — гумус, $e = 2,7182818$. Метод не заменяет непосредственных эмпирических измерений ρ_d , а генерализует их по всему фону данных при почвоведческих исследованиях. С его помощью можно с высокой правдоподобностью характеризовать ρ_d по всем таксонам классификации почв, как и по локальным единицам почвенного покрова. Равновесное состояние ρ_d обуславливает отбор эмпирических измерений (лишь параметры за июль—сентябрь).

объемный вес; содержание гумуса; состав фракции $< 0,01$ мм; анализ регрессии

Balanced Bulk Density of Soil Calculated from the Data on its Texture and Humus Content

A method is proposed of calculating the balanced bulk density of soil (ρ_d) from humus content ($\%$) and from the contents of clay and fine and medium silt (< 0.01 mm in $\%$). The method consists in a regression analysis of the relations of the above characteristics which ensued from the data of empirical measurements in different kinds of soils. The regression analysis has two parts. In the first part a relation between the ρ_d value and the content of fraction < 0.001 mm (equations 1, 2, 3) is determined, in the second part a dependence of the difference between the calculated and empirical value of ρ_d (equations 5, 6, 7) on humus content is searched for. Combining the separate regression analyses an equation for the calculation of ρ_d from the mentioned soil characteristics was made (equation 9): $\rho_d = Ae^{Bp} + C \ln x + D$, where A, B, C, D are regression coefficients (Tab. III), p is the content of fraction < 0.01 mm, x = humus content, $e = 2.7182818$. The described method cannot replace direct empirical measurements of ρ_d . It is a method where the empirical measurements of ρ_d are generalized for all data from the pedological research of soils. Applying this method it is possible to characterize, at high probability, the ρ_d values of all taxons of soil classification, and also of regional or local units of soil cover. The balanced bulk density ρ_d is determined by data picked out from empirical measurements: only the data for the period of July to September were taken into consideration.

bulk density; balanced bulk density; humus content; content of fraction < 0.01 mm; regression analysis

Berechnung der Volumengleichgewichtsmasse des Bodens anhand Textur- und Humusgehaltangaben

Es wird eine Methode zur Berechnung der Volumengleichgewichtsmasse des Bodens (ρ_d) u. zw. anhand des Humusgehalt ($\%$) und des Gehalts an Ton und mittlerem und feinem Staub ($< 0,01$ mm in $\%$) entwickelt. Sie beruht auf der Regressionsanalyse der Beziehungen der angeführten Eigenschaften aufgrund von Angaben aus empirischen Messungen in verschiedenen Böden. Die Regressionsanalyse besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird die Abhängigkeit ρ_d vom Gehalt der Fraktion $< 0,001$ mm (Gleichungen 1, 2, 3) ermittelt, im zweiten Teil wird die Abhängigkeit der Differenz zwischen dem errechneten und dem empirischen Wert ρ_d (Gleichungen 5, 6, 7) vom Humusgehalt bestimmt. Durch Verbindung der separaten Regressionsanalysen wurde die Beziehung für die Berechnung ρ_d aus

den angeführten Bodeneigenschaften gewonnen (Gleichung 9): $\rho_d = Ae^{Bp} + C \ln x + D$, wo A , B , C , D , die Regressionskoeffizienten darstellen (Tab. III), p ist der Gehalt der Fraktion $< 0,01$ mm, x ist der Humusgehalt, $e = 2,7182818$. Die entwickelte Methode ersetzt nicht die direkte empirische Messung ρ_d . Es geht um eine Methode der Generalisierung gewonnener empirischer Messungen ρ_d für den gesamten Datenfonds der pedologischen Bodenerkundungen. Mit deren Hilfe ist es möglich die ρ_d sämtlicher Taxa der Bodenklassifikation, aber auch der regionalen oder lokalen Einheiten der Bodendecke mit hohem Wahrscheinlichkeitsgrad zu charakterisieren. Den Gleichgewichtszustand ρ_d bestimmt die Auswahl deren empirischer Messungen, von denen nur die Parameter aus dem Zeitraum Juli bis September in Betracht genommen wurden.

Volumenmasse; Volumengleichgewichtsmasse; Humusgehalt; Gehalt der Fraktion $< 0,01$ mm; Regressionsanalyse

Ing. Vladimír Linkeš, CSc., RNDr. Jarmila Makovníková, Ing. Josef Kobza, CSc., Výskumné centrum pôdnej úrodnosti — Ústav pôdoznavectva a výživy rastlín, Mládežnícka 36, 975 90 Banská Bystrica

METODY STANOVENÍ DUSIČNANOVÉHO DUSÍKU V ROSTLINNÉM MATERIÁLU

J. Benešová

V posledních letech je věnována pozornost měření obsahu dusičnanů v kulturních rostlinách pro korekci dávek dusíku během vegetace, aby se předešlo negativním důsledkům ztrát dusičnanů (NO_3^-) při nadměrné akumulaci v půdě a současně byly zjištěny optimální podmínky pro výživu plodin dusíkem, případně pro zajištění zdravotní nezávadnosti plodin, zejména zeleniny a vody.

V tematickém přehledu do roku 1968 se stanovením nitrátů v rostlinách zabývala Mouchová (1970). Všeobecný přehled metod ke zjišťování obsahu dusičnanů v půdě, vodě a rostlinách uvedl ve své práci Barker (1974). Dalším přínosem jsou práce, které vyhodnocují a prakticky vylepšují některé vybrané metody, popřípadě je porovnávají. Konkrétně Hubáček, Bernatzik (1976) srovnávají potenciometrické, redukční a nitračně-destilační postupy jako chemické metody stanovení dusičnanů. Závěrem autoři určili potenciometrickou metodu jako rychlou, univerzální a použitelnou i pro přesná stanovení v koncentračním rozsahu dusičnanů $5 \cdot 10^{-2}$ až $5 \cdot 10^{-4}$ M, tedy v lineární části kalibrační křivky. Bez soustavné chyby se jevila i metoda nitračně-destilační s fotometrickým stanovením nitroproduktu. Metoda redukčně-destilační byla použita jako srovnávací, tzv. metoda bez soustavné chyby. Bernatzik (1977) v autoreferátu publikoval srovnávací měření dalších tří metod. Přímé potenciometrické stanovení dusičnanů bylo realizováno formou metody vnitřního standardu přidávkou kalibračního roztoku. Následovala metoda nitračně-destilační (nitrate 3,4-dimetylfenolu) a metoda redukčně-destilační (oxidem MgO a Devardovou slitinou).

Všeobecně jsou metody děleny na chemické (nitračně-oxidační nebo redukční) a metody fyzikálně-chemické (polarografie, spektrofotometrie). Hubáček, Bernatzik (1976) uvádějí, že z chemických metod jsou používány nitráční postupy, např. derivátů fenolu v prostředí kyseliny sírové s oddělením nitrátproduktu časově náročným destilačním způsobem nebo rychlejším extrakčním způsobem, popřípadě měřením absorpance nitroproduktu po vyčerení v téměř bezbarvém roztoku. Samostatnou skupinu představují metody založené na nitračně-oxidačních reakcích dusičnanů v čirém roztoku (prostředí kyseliny sírové) s kyselinou chromotropovou, brucinem, kyselinou salicylovou, 1-aminpyrenem, β -methylymbelliferonem atd. nebo nepřímo s 1-furyldioxinem. Ve všech případech je třeba odstranit dusitan a také většinou chloridy.

Dusičnan lze selektivně redukovat na dusitan citlivými reakcemi v pufrovaném prostředí na Cd-reduktoru nebo při diskontinuální redukci. Výběr metod ke stanovení dusitanu se v praxi omezil na diazotačně-kopulační reakce. Rozvoj automatických kontinuálních analyzátorů využil redukční metody, citlivé na dodržení podmínek pro reprodukovatelná měření. Dále se také používá redukce dusičnanu Devardovou slitinou v prostředí suspenze MgO na amoniak, který se po destilaci stanoví titračně nebo fotometricky.

Při fyzikálně-chemických postupech se dusičnany ve výluhu zbaveném rušících látek stanoví polarograficky nebo UV-spektrofotometricky. Pro pracnost separačních procesů a možnou variabilitou získaných výsledků hlavně u biologických materiálů nezískaly tyto metody širší uplatnění.

Ke všem těmto metodám přibyla metoda stanovení aktivity dusičnanových iontů selektivní elektrodou. Použití extrakčních roztoků a pufrů k úpravě iontové

síly a pH výluhů vzorků se liší podle autorů. Při krátkodobém měření neovlivňují a nezneškodňují prostředí, jsou přenosné do terénu, pohotové a relativně přesné pro běžná sériová stanovení. Pomocí elektrody lze měřit několik měsíců za dodržení návodu výrobce, pak je třeba doplnit její náplň a vyměnit membránu, pokud se nepoužívá elektroda s kapalnou membránou. Stanovení je přesné v koncentračním rozsahu dusičnanů od 5.10^{-2} M (3100 mg.kg⁻¹) do 3.10^{-4} M (18 mg.kg⁻¹). Soustavné chyby se objevují zejména při koncentracích nižších než 10 mg.kg⁻¹.

Prugar, Prugarová (1985a) rovněž rozeznávají ve své práci metody přímé (absorbance v UV-oblasti, polarografie, potenciometrie) při využití fyzikálních a chemických vlastností dusičnanů a metody nepřímé, nitračně-oxidační a redukční. Hlavním hygienikem SSR a ministerstvem zdravotnictví byly jako standardní vybrány dvě metody stanovení dusičnanů v rostlinných materiálech, kojenécké výživy a v nápojích: standardní xýlenolová metoda a potenciometrická orientační metoda (Prugarová, 1985; Prugar et al., 1983).

V osmdesátých letech s rostoucím zájmem o zdravotní nezávadnost potravin a především zeleniny byly znovu prozkoušeny metody stanovení dusičnanů v čerstvé hmotě. Vznikalo proto mnoho přehledných prací, zpracovávajících informace z této oblasti. Přehled současných metod používaných u nás i v zahraničí vypracovala Šindelářová (1985). Novozamsky et al. (1983) konfrontovali dvě spektrofotometrické metody a nezjistili žádné rozdíly ve výsledcích mezi automatickou spektrofotometrií a xýlenolovou metodou. Ukazuje se, že požadavky na jednoduchou, rychlou a dostatečně spolehlivou metodu stanovení splňuje metoda přímé potenciometrie s iontově-selektivními elektrodami (Veselý, 1979). Vyvinutím těchto metod došlo v dané problematice ke značnému pokroku, analytická práce byla značně zjednodušena a urychlena. Praktické používání této metody se liší podle různých pracovišť především složením extrakčního roztoku pro získání extraktu z čerstvé hmoty rostlin (Sapek, 1981; Sucharová, 1983; Šindelářová, 1985; Sweetsur et al., 1975; Carlson, Schneider, 1986; Berzhnova, Arustamyan, 1984 aj.).

Srovnání extrakčního činidla s destilovanou vodou provedla ve své práci se salátem Králová (1988). Součástí práce je i způsob odebrání, konzervace a úprava vzorků před analýzou (Šindelářová, 1985; Prugar, Prugarová, 1985a; Prugar et al., 1983 aj.).

I když existuje široké spektrum analytických metod pro stanovení dusičnanů, případně dusitanů, stále více se objevuje požadavek na rychlé tzv. expres-metody (Prugar, Prugarová, 1985b). Charakteristikou rychlostí fy Merck se také zabývá Balda (1986). Počátkem osmdesátých let se v Geisenheimu začaly používat proužky Merckoquant nitrat-testu pro rozbor vzorků vody a šťáv zeleniny, založené na redukci dusičnanů na dusitany. Ty jsou diazotovány aromatickými aminy a po kopulaci s 1-naftylidiaminem tvoří červenofialové azobarvivo, jehož intenzita vykazuje obsah dusitanů, resp. dusičnanů ve šťávě (Prasad, Spierst, 1984; Karlíček et al., 1988). Metoda stanovení dusičnanů a dusitanů průtokovou injekční analýzou je rovněž založena na spektrofotometrickém stanovení červeného komplexu, tento postup však vyžaduje časově náročnější zpracování vzorků než např. u měření iontově-selektivní elektrodou.

Na principu azobarviva rovněž vznikla v NDR, v Jeně tzv. kotoučová metoda pro jarní přihnojování ozimé pšenice. Stejně pracoviště od roku 1986 pracuje s indikačními papírky (Anonym, 1986a; Jacob et al., 1986). Jiný kotouč (na základě reakce šťáv rostlin s roztokem difenylaminu v kyselině sírové) ukazuje dávky pro přihnojení pšenice během vegetace. Vznikl také na pracovišti v Jeně (Anonym, 1985). Metoda byla technicky vylepšena kufříkovým provedením za účelem operativnosti polních rozborů. Postup s použitím difenylaminu v kyselině sírové byl praktikován i v SSSR — CINAO (Anonym, 1986b), v severní Francii (Gonzales et al., 1987), u nás např. v JZD Dubná.

V současné době je u nás na trhu k dostání nitrat-test fy Lachema Brno založený opět na azobarvivech, který je zatím jakýmsi meziproduktem pro konečný rychlotest. Obdobný semikvantitativní rychlotest pro zeleninu je popsán v anglické literatuře (Long, 1982) pod komerčním názvem Snappy Sap Test (Prugarová, 1985).

Další možností k vytvoření rychlotestů je reagenční test založený na práškových směsích. Tuto možnost publikoval Singh (1988). Podobnými pokusy se u nás zabýval ve svém zlepšovacím návrhu z roku 1987 doc. ing. Jiří Matula, CSc., z VŠZ Praha.

- BALDA, J.: Příspěvek k řešení problematiky dusičnanů. *Zahradnictvo*, 1986, č. 1, s. 5.
- BARKER, V. A.: Nitrate determination in soil, water and plant. *Res. Bull.* 1974, č. 611.
- BEREZHNŮVÁ, V. V. — ARUSTAMYAN, M. A.: Determination of nitrate nitrogen in vegetable and cucurbitaceous crop using ion-selective electrodes. *Agrokimiya*, 1984, č. 7, s. 110-113.
- BERNATZIK, K.: Metoda stanovení dusičnanu. [Kandidátská dizertace — autoreferát.] Praha, 1977.
- CARLSON, M. P. — SCHNEIDER, N. R.: Determination of nitrate in forages by using selective ion electrode. *J. Assoc. off. analyt. Chem.*, 69, 1986, č. 2, s. 196-198.
- GONZALES-MONTANER, J. — MEYNARD, J. M. — MARY, B.: Controle de la nutrition azotée du ble par l'analyse des teneurs en nitrates dans la plante. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 73, 1987, č. 3, s. 105-115.
- HUBÁČEK, J. — BERNATZIK, K.: Hodnocení některých metod stanovení dusičnanového dusíku v rostlinném materiálu. *Chem. Listy*, 1976, č. 70, s. 513-523.
- JACOB, F. — FILEMEYER, CH. P. — PODLESAK, W.: Expres metoda pro určení potřeby hnojení dusíkem u ozimých obilnin. In: *Sbor. ČVS, Dusík—hnojiva—půda—rostlina*. 1986, s. 196-200.
- KARLÍČEK, P. — DOLEJŠOVÁ, J. — POLÁŠEK, M.: Souběžné stanovení dusitanů injekční analýzou. *Agrochémia*, 28, 1988, č. 4, s. 119.
- KRÁLOVÁ, M.: Stanovení dusičnanů v čerstvém a suchém rostlinném materiálu. *Rostl. Vyr.*, 34, 1988, č. 5, s. 541-546.
- LONG, E.: NVRS develop new sap nitrate test. *Grower*, 97, 1982, č. 24, s. 23-26.
- MOUCHOVÁ, H.: Stanovení nitrátů v rostlině. *Tematický přehled. Rostl. Vyr.*, 16, 1970, č. 1, s. 115.
- NOVOZAMSKY, I. — HOUBA, V. I. — EIJK, D. — ECK, R.: Notes of determination of nitrates in plant material. *Netherl. J. agric. Sci.*, 31, 1983, č. 3, s. 239-248.
- PRASAD, N. — SPIERST, M.: Evaluation of a rapid method for plant analysis. *Commun. Soil Pl. Anal.*, 15, 1984, č. 6, s. 673-679.
- PRUGAR, J. — PECHOVÁ, B. — PINKAVOVÁ, K.: Stanovenie dusičnanov v niektorých zeleninových druhoch. *Príroda*, 1983, s. 113-121.
- PRUGAR, J. — PRUGAROVÁ, A.: Dusičnany v zelenině. *Príroda*, 1985a.
- PRUGAR, J. — PRUGAROVÁ, A.: Merckoquant-Nitrat-Test 10020 pro semikvanti-tativní stanovení dusičnanů. *Agrochémia*, 25, 1985b, č. 10, s. 303-304.
- PRUGAROVÁ, A.: Možnosti stanovenia dusičnanov v rastlinnom materiáli. *Rostl. Vyr.*, 1985, č. 11, s. 1143-1150.
- SAPEK, B.: Stanovení nitrátového dusíku v půdách a rostlinách z lužních půd iontoměrnou metodou. *Počvovedeniye*, 1981, č. 3, s. 135-137.
- SINGH, J. P.: A rapid method of determination of nitrate in soil and plant extracts. *Pl. and Soil*, 110, 1988, s. 137-139.
- SUCHAROVÁ, J.: Stanovení dusičnanů v rostlinném materiálu dusičnanovou iontově-selektivní elektrodou čs. výroby. *Rostl. Vyr.*, 29, 1983, č. 9, s. 951-955.
- SWEETSUR, A. W. M. — WILSON, G. A.: An ion-selective electrode method for the determination of nitrates in grass and clover. *Analyst*, 100, 1975, s. 485-488.
- ŠINDELÁŘOVÁ, J.: Obsah dusičnanů a dusitanů v zelenině. *Ochrana a tvorba životního prostředí v zemědělství a lesnictví. Stud. inform. ÚVTIZ*, 1985.
- VESELÝ, J. — WEISS, D. — ŠTULÍK, K.: Analýza iontově-selektivními elektrodami. Praha, SNTL 1979.
- ANONYM: Anleitung zum Nitrat-Schnelltest für die Ermittlung des N-Bedarfs von Wintergetreide in der Schossphase. Jena, Inst. Pfl.-Ernähr. 1985.
- ANONYM: Anleitung zur Adwendung von Nitrat-Teststäbchen zur Schnellbestimmung des Nitratgehaltes in Boden. Jena, Inst. Pfl.-Ernähr. 1986a.
- ANONYM: Chemické rozbory v zemědělských laboratořích. Stanovení dusičnanů v krmivech. Praha, MZVŽ 1986b, s. 113-114.

Došlo dne 3. 5. 1989

*Ing. Jana Benešová, Výzkumný ústav rostlinné výroby,
Drnovská 507, 161 06 Praha-Ruzyně*

POKYNY PRO AUTORY VĚDECKÝCH ČASOPISŮ ČSAZ

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky a současný stav v dané oblasti.

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být připojen souhlas vedoucího pracoviště s publikací článku a prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

Jednotlivé práce nesahují přesahovat rozsah 12 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádek, mezi řádky dvojité mezery). Ilustrace, grafy, tabulky a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačují tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě, umístění se označuje na levém okraji příslušné strany rukopisu číslicí v kroužku. Tabulky se číslují zvlášť římskými číslicemi.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesahovat 85 úhozů. Jména autorů se uvádějí bez titulů s počátečním písmenem jména.

Souhrn — Vypracování souhrnu je nutné věnovat obzvláštní péči. Autor do něho má shrnout vše, co je na jeho práci pozoruhodné a nové a co má být dokumentováno. Souhrn má být nekritickým informačním výběrem významného obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nesmí překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami a ne telegrafickým způsobem. Souhrn začíná jménem autorů, adresou pracoviště, titulem článku a citací časopisu.

Klíčová slova (Key words, index terms) — Připojují se po vynechání řádku pod souhrn. Klíčovým slovem rozumíme substantivum, které je nutné pro věcné zařazení předložené práce. Klíčová slova se řadí směrem od obecnějších výrazů ke konkrétním. Začínají malým písmenem a oddělují se středníkem. Jejich počet závisí na povaze práce a neměl by klesnout pod tři a převýšit dvanáct slov.

Úvod — Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna a velmi stručnou formou stav studované otázky. Je nutno se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehledům. Uvádí se bez nadpisu, je možné v něm uvést k práci se vztahující autory, přičemž se doporučuje co nejnižší počet autorů.

Materiál a metoda — Metody se popisují pouze tehdy, jsou-li původní, jinak postačuje citovat autora metod a uvádět jen případné odchylky. Je v nich popsán pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoli z odborníků mohl podle něho a při použití uvedených citací práci opakovat.

Výsledky — Doporučuje se nepoužívat k vyjádření kvantitativních stavů tabulek a dát přednost grafům, anebo tabulky shrnout v statistickém hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse — Obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, kteří mají k publikované práci bližší vztah), pokud mají souvislost nebo jsou s předloženou prací nějak srovnatelné.

Literatura — Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197, tj. citace seřadit abecedně podle jména prvních autorů; příjmení (verzálkami); zkratka jména (dvojtečka); plný název práce (tečka); úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, číslo, první stránka — poslední stránka (před číslem se uvádí zkratka č. a před první stránkou s.); u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. Odkazy na literaturu v textu jsou uvedeny jménem autora (čárka) a rokem vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu.

Pokud autor používá v práci zkratk jakéhokoliv druhu, je nutné je vysvětlit, aby se předešlo omylům při překladech. V názvu práce a v souhrnu je lépe zkratk nepoužívat.

Na zvláštním listě uvede autor plné jméno (i u spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ.

Фолтын Й., Шкорпик М., Прашил Й.: Динамика образования продуктивных стеблей и междоузлий пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	701
Шпаник Ф., Репа Ш.: Эффект использования фотосинтетически активного излучения из посева ярового ячменя в зависимости от метеофакторов	708
Вашковски П., Крауско О.: Оценка выращивания масличного рапса по методам факторного и группового анализа	718
Пругарова А., Ковач М., Кароль П.: Содержание кадмия в сортах мака	724
Кубалакова М.: Проблематика размножения сахарной свеклы (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>saccharifera</i>) <i>in vitro</i>	731
Грабе Ф., Галва Э.: Влияние питания и дополнительного орошения на продукционноэнергетические и урожайформирующие элементы у клевера лугового (<i>Trifolium pratense</i> L.)	738
Гронец О., Кокордяк Я., Гронцова Н.: Влияние промышленных выбросов на скопление некоторых элементов в растениях лугового клевера и обыкновенной сои	747
Габорчик Н.: Количество и химический состав корневой массы сортов овсяницы тростниковидной (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	754
Матятко Я.: Применение концентратов микроэлементов в питании хмеля	762
Угорова М., Видович Й.: Физиологические аспекты индикации добавочного орошения	771
Линкеш В., Маковникова Й., Кобза Й.: Выведение равновесной объемной массы грунта и данных об его текстуре и гумусосодержании	779

CONTENTS

Hudcová M.: The Effects of Organic Manuring and Soil Tillage in the Content of Nitrate Nitrogen in the Soil under Sugar Beet	679
Vaněk V., Vostal J., Činková D., Vlková O.: The Influence of the Time of Urea Application on Nitrogen Uptake and Utilization by Winter Wheat Plants	688
Foltýn J., Škorpík M., Prášil I.: Dynamics of the Formation of Fertile Stems and Internodes in Wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	702
Špánik F., Repa Š.: The Effectiveness of Utilization of Photosynthetically Active Radiation by a Spring Barley Stand in dependence on Meteorological Factors	709
Vaškovský P., Krausko O.: Evaluation of Oilseed Rape Crop by the Methods of Factor and Cluster Analyses	718
Prugarová A., Kováč M., Karol P.: Cadmium Content in Poppy Varieties	724
Kubaláková M.: Problems Concerning <i>in vitro</i> Multiplication of Sugar Beet (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>saccharifera</i>)	731
Hrabě F., Halva E.: The Effect of Nutrition and Supplemental Irrigation on the Energy Production and Yield Formation Traits in Red Clover (<i>Trifolium pratense</i> L.)	739
Hronec O., Kokorďák J., Hroncová N.: The Influence of Air Pollutants on the Cumulation of Some Elements in Red Clover and Soybean Plants	747
Gáborčík N.: The Output and Chemical Composition of Root Matter in Tall Fescue (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.) Varieties	755
Maťátko J.: The Role of Trace Element Concentrates in Hop Nutrition	763
Ugorová M., Vidovič J.: Physiological Aspects of Indication of Supplemental Irrigation	772
Linkeš V., Makovníková J., Kobza J.: Balanced Bulk Density of Soil Calculated from the Data on its Texture and Humus Content	779

INHALT

Hudcová M.: Einfluß organischer Düngung und der Bodenbearbeitung auf den Nitratstickstoffgehalt im Boden unter Zuckerrübe	679
Vaněk V., Vostal J., Činková D., Vlková O.: Einfluß des Applikations-termins von Harnstoff auf die Stickstoffentnahme und -verwertung durch Winterweizen	688
Foltýn J., Škorpík M., Prášil I.: Dynamik der Bildung produktiver Halme und Internodien des Weizens (<i>Triticum aestivum</i> L.)	702

Špánik F., Repa Š.: Wirkungsgrad der Verwertung photosynthetisch aktiver Strahlung durch Sommergerstenbestände in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren	709
Vaškovský P., Krausko O.: Auswertung von Rapsanbau durch Applikation von Methoden der Faktoren- und Agglomerationsanalyse	(E) 718
Prugarová A., Kováč M., Karol P.: Kadmiumgehalt im Mohn	724
Kubaláková M.: Problematik der Vermehrung der Zuckerrübe (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>saccharifera</i>) <i>in vitro</i>	731
Hrabě F., Halva E.: Einfluß von Ernährung und Zusatzbewässerung auf productions-energetische und Ertragskomponenten von Rotklee (<i>Trifolium pratense</i> L.)	739
Hroněk O., Kokorďák J., Hroncová N.: Einfluß von Exhalaten auf die Kumulation ausgewählter Elemente in Rotklee- und Sojapflanzen	747
Gáborčík N.: Menge und chemische Zusammensetzung der Wurzelmasse von Rohrschwingelsorten (<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.)	755
Mařítko J.: Ausnutzung der Konzentrate von Spurenelementen in der Hopfen-ernährung	763
Ugorová M., Vidovič J.: Physiologische Aspekte der Indikation von Zusatzberegnung	772
Linkeš V., Makovnicková J., Kobza J.: Berechnung der Volumengleichgewichtsmasse des Bodens anhand Textur und Humusgehaltangaben	779

Rukopisy odevzdány k tisku 14. 2. 1989, podepsáno k tisku 7. 6. 1989

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