

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

7

VOLUME 41 (LXVIII)
PRAHA
ČERVENEC 1995
CS ISSN 0370-663X

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Doc. ing. Pavol Bajči, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Prof. dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Doc. ing. Jozef Cigfar, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Norbert Gáborčík, CSc. (Výzkumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)

Ing. Alois Chalupa, CSc. (AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, Šumperk, ČR)

Ing. Bohdan Juráni, CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)

Prof. dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Ladislav Lorenčík, DrSc. (Oblastný výzkumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)

Prof. ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ir. Cees van Ouwkerk (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)

Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Doc. ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. Dr. Heinrich W. Scherer (Agrikulturchemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)

Doc. ing. Ladislav Slávik, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Doc. ing. Miron Suškevič, DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, Odbor základní agrotechniky, Hrušovany u Brna, ČR)

Prof. ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)

Prof. ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 41 vychází v roce 1995.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1995 je 468 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 41 appearing in 1995.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1995 is 118 USD (Europe), 123 USD (overseas).

OBSAH RIZIKOVÝCH PRVKŮ V ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH NA IMISNĚ ZATÍŽENÉM ÚZEMÍ SEVEROZÁPADNÍ ČÁSTI ČR

THE CONTENT OF RISK ELEMENTS IN AGRICULTURAL SOILS IN THE IMMISSION-LOADED TERRITORY OF NORTH-WESTERN PART OF THE CZECH REPUBLIC

J. Vostal¹, J. Mutinský²

¹*Czech University of Agriculture, Praha, České Budějovice, Czech Republic*

²*Research Institute of Inorganic Chemistry, Ústí nad Labem, Czech Republic*

ABSTRACT: In agricultural soil in immission-loaded territory of the north-western part of the Czech Republic, which included 38 localities in 13 districts (Tab. I, Fig. 1), the degree and area of soil contamination by risk elements Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Co, As and Hg were determined in an extract of 2M HNO₃ under cold annually in the years 1991 to 1993. Contamination in most cases did not attain the limits of maximum-admissible releasable contents in soils (Tab. II) and at the same time no marked annual fluctuations in the content of elements during the period of investigations were recorded. Figs 1 to 4 show sites where background values were exceeded for lighter-medium, medium-heavy to heavy substrates. Tab. III gives ranges of measured concentrations of elements, especially with regard to the definition of percentage of soils not exceeding background values and soils exceeding the limits of contaminations. The highest area distribution of loaded soils were found out in As, Ni, Cd and Co. The contamination by Zn and Cr was lower. Limits of contamination were not exceeded in the other elements. The results acquired by us are in congruency with similar measurements conducted by Podlešák et al. (1994) in the part of the same territory. The background values were much exceeded in As (55.3%). Raised values were measured in the regions Sokolov, Karlovy Vary, Louny, Teplice, Ústí nad Labem, Kladno (Fig. 4). Background values above 4.1 ppm were found out in 21.1% (Tab. III). The above elements were found in the regions which are close to prevailing flowing and are continuously and significantly affected by load of risk elements. Increased Ni values were in the regions Ústí nad Labem, Teplice, Litoměřice and Chomutov (Fig. 2). Background values above 12.1 ppm were found out in 13.5% of cases. Regions of higher Cd-load are Ústí nad Labem and Teplice and impinges on the eastern part of the Most region. Other regions with higher incidence of this element are eastern part of the Louny region and adjacent north-western part of the Kladno region (Fig. 1). Limits of contamination were exceeded in the districts Ústí nad Labem and Karlovy Vary (by 5.3%). High load above the level of background values in Co was ascertained in the districts Teplice, Ústí nad Labem and Karlovy Vary (Fig. 4). Limits were exceeded in two cases (5.3%). Excess of background values in other elements (Pb, Cr, Zn, Cu and Hg) were point-found out. The results ascertained documented in Tab. III show that, except for the As content, the prevailing part of measured values falls into the category below the background values (52.6 to 92.1%). More distinct excess of the contamination limit indicating increased inputs was recorded only in As (21.1%) and Ni (13.2%). Despite the above findings, the fact that cultivated plants have different capacity of accumulation of undesirable elements and the content of their biomass can be affected by falls-out cannot be omitted. The risk of increased contents is just on soils with their increased contents (Tlustoš et al., 1995).

risk elements; soil; Cd; Pb; Cr; Ni; Zn; Cu; Co; As; Hg

ABSTRAKT: V zemědělských půdách na imisně zatíženém území severozápadní části ČR, zahrnujících 38 lokalit v 13 okresech, byl každoročně v letech 1991 až 1993 stanoven stupeň a plošný rozsah kontaminace půd rizikovými prvky Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Co, As a Hg, stanovenými v extraktu 2M HNO₃ za chladu. Kontaminace ve většině případů nedosahovala hranice maximálně přípustných uvolnitelných obsahů v půdách a rovněž jsme nezaznamenali výraznější roční výkyvy v obsahu prvků během sledovaného období. Plošné rozšíření koncentrací prvků, překračujících požadované hodnoty pro lehčí střední, středně těžké až těžké substráty, je dokumentováno na přiložených mapkách. Výsledky dále dokládají, že limity kontaminace byly na imisně zatíženém území severozápadní části ČR překročeny jen u některých prvků. U As šlo o osm případů (21,1 %), u Ni o pět případů (13,2 %), u Cd a Co to bylo ve dvou případech (5,3 %) a u Cr a Zn v jednom případě (2,6 %). Limity kontaminace nebyly překročeny u Pb, Cu a Hg. S ohledem na počet vzorkovaných míst v jednotlivých okresech (38) je nutné překročení označit jako bodové.

rizikové prvky; půda; Cd; Pb; Cr; Ni; Zn; Cu; Co; As; Hg

Okresy severozápadní části ČR jsou charakteristické intenzivní povrchovou těžbou uhlí, zpracovávaného především v tepelných elektrárnách, a množstvím petrochemických, hutních a strojírenských provozů. Připočteme-li k tomu i řadu lokálních topných zařízení, je zřejmé, že na zemědělskou výrobu již několik desetiletí působí řada emisních a imisních prvků. Jde o oblast větší než 0,5 mil. hektarů. Systematickému působení

I. Seznam odběrových míst na obsah rizikových prvků v půdách severozápadní části ČR – The list of sample places for the content of risk elements in soils of north-western part of CR

Číslo ¹	Odběrové místo ²	Okres ³
1	Chrastava	Liberec
2	Malé Březno	Ústí nad Labem
3	Přestanov	Ústí nad Labem
4	Podsedice	Litoměřice
5	Klapý	Litoměřice
6	Bechlín	Litoměřice
7	Praha 6-Suchdol	Praha 6
8	Šlapanice	Kladno
9	Olovnice	Kladno
10	Smečno	Kladno
11	Červený Újezd	Kladno
12	Kamenné Žehrovice	Kladno
13	Chýňava	Beroun
14	Malinová	Rakovník
15	Lišany	Rakovník
16	Chotěšov	Rakovník
17	Blšany	Louny
18	Sýrovice	Louny
19	Ročov	Louny
20	Lišany	Louny
21	Vrbka	Louny
22	Suché	Teplice
23	Lahošův	Teplice
24	Lom u Mostu	Most
25	Svinčice	Most
26	Bečov u Mostu	Most
27	Pesvice	Chomutov
28	Březno u Chomutova	Chomutov
29	Přeskalý	Chomutov
30	Radonice	Chomutov
31	Kláštevec nad Ohří	Chomutov
32	Lesov	Karlovy Vary
33	Žalmanov	Karlovy Vary
34	Nové Kounice	Karlovy Vary
35	Ratiboř	Karlovy Vary
36	Krásné Údolí	Karlovy Vary
37	Sokolov	Sokolov
38	Nadlesí	Sokolov

¹number, ²sample place, ³district

úletů a spadů jsou přímo vystaveny půda a na ní pěstované rostliny, nepřímo pak i živočichové a lidé.

Většina rizikových prvků obsažených v půdě je prozatím v rozsahu, který nepřesahuje stanovené limity požadavků a maximálně přípustných hodnot (Fackek, 1986; Podlešáková, Němeček, 1992; Podlešáková et al., 1994). Některé z těchto prvků jako Cd, As, Ni, Cr a Pb se však vyskytují plošně nebo bodově nad hranicemi požadavků a maximálně uvolnitelných obsahů v 2M HNO₃.

Uvedené práce byly zaměřeny především na zatížení půd v okresech Most, Teplice a Ústí nad Labem. Pro větší rozptýlení škodlivých emisí, a to přes všechna doposud provedená opatření, lze zcela oprávněně předpokládat, že rozsah působení bude podstatně širší. Navíc k zátěži prostředí a půd přispívají městské aglomerace s vysokou koncentrací dopravních prostředků a místního průmyslu včetně odpadového hospodářství, jak dokazují měření např. na území Ostravy (Srnček et al., 1993).

Rozšířili jsme proto areál měření obsahu nežádoucích prvků v půdách na širší území počínaje okresem Sokolov přes ostatní přilehlé okresy Karlovy Vary, Chomutov, Louny, Most, Teplice, Ústí nad Labem, Litoměřice, Kladno, Rakovník a Praha-západ, tj. do vzdálenosti cca 120 km od posledních větších zdrojů znečištění v oblasti Sokolova. Na tomto území 11 okresů jsme měřili v období tří let (od roku 1991) obsah některých nežádoucích prvků na vybraných zemědělských plochách.

MATERIÁL A METODA

Pro odběry půdních vzorků na zemědělsky obhospodařovaných plochách bylo vybráno 38 stanovišť (tab. I). Počínaje okresem Sokolov jsme ve směru převládajícího šíření imisí ve vzdálenosti cca 20 km odebírali vzorky půd až na okraj Prahy. Na těchto stanovištích byly každoročně po sklizni odebírány půdní vzorky z orniční nebo drnové vrstvy na ploše 10 x 10 m.

Odebrané vzorky půd byly po vysušení na vzduchu homogenizovány a prosáté plastickým sítem s oky 2 mm. Vzorek zeminy (10 g) byl za studena vyluhován ve 2M HNO₃ při třepání po dobu 6 h. V získaném výluhu byly na AAS stanoveny prvky Cd, Pb, Cr, Ni, Zn, Cu, Co a As (na zařízení pro generované hydridy) a Hg pomocí analyzátoru TMA-254 termicky.

Použitý rozklad 2M HNO₃ je sice méně razantní než celkový rozklad směsí minerálních kyselin (HNO₃ + HF + HClO₄) za varu, ale ani tak neodpovídá obsahu přijatelných forem prvků v půdě. Poměr rozpustnosti jednotlivých prvků je známý (např. Beněš, 1993). Při tomto srovnání se nejlépe vyluhuje Cd (cca 90 %), ostatní prvky se vyluhují z 50 až 15 % celkového obsahu.

Pro hodnocení získaných měření obsahů prvků jsme použili jednak požadové hodnoty pro lehčí střední, středně těžké až těžké substráty (Beněš, 1993) a jednak limity kontaminace indikující zvýšené vstup (Podlešáková, 1994).

II. Průměrný obsah rizikových prvků v půdách rozpustný v 2M HNO₃ (mg.kg⁻¹) – Average content of risk elements in soil-soluble in 2M HNO₃ (mg.kg⁻¹)

Číslo ¹	Prvky ²								
	Cd	Pb	Cr	Ni	Zn	Cu	Co	As	Hg
1	0,18	24,4	4,9	4,0	13,7	5,8	2,0	2,1	0,12
2	0,40	22,5	4,9	9,0	76,0	19,2	6,9	5,6	0,10
3	0,48	35,5	5,0	11,4	47,4	10,6	5,6	4,7	0,12
V. K.	18	27	8	15	35	36	24	19	26
4	0,17	21,9	6,0	13,5	15,9	10,6	4,3	0,6	0,07
5	0,22	14,0	4,9	9,8	16,4	8,8	3,4	2,6	0,08
6	0,09	6,5	5,0	2,0	9,0	2,8	0,4	1,0	0,20
V. K.	51	45	12	19	34	46	24	66	61
7	0,23	21,6	4,3	8,7	23,4	12,5	5,5	1,5	0,17
8	0,20	17,7	4,4	8,0	14,5	8,0	3,7	1,4	0,10
9	0,14	12,1	2,1	6,8	11,6	5,5	5,3	1,4	0,14
10	0,21	28,4	2,1	3,3	18,9	5,9	1,4	1,9	0,11
11	0,09	11,0	3,1	4,7	10,6	6,3	4,6	1,4	0,05
12	0,14	17,2	3,1	4,2	14,2	7,2	4,4	2,3	0,12
V. K.	40	38	31	59	24	23	44	29	40
13	0,13	21,1	5,2	6,9	17,0	13,3	3,7	1,9	0,12
14	0,16	15,8	4,6	4,0	15,0	7,1	6,2	1,1	0,12
15	0,17	21,9	3,0	4,8	15,5	10,4	3,5	1,3	0,09
16	0,10	10,3	2,4	2,8	10,4	4,4	2,2	1,1	0,07
V. K.	26	29	29	21	17	34	51	16	21
17	0,16	7,3	1,5	2,3	7,1	3,6	1,2	1,9	0,05
18	0,15	16,7	4,4	9,4	14,4	13,7	4,6	2,0	0,07
19	0,25	20,1	3,1	4,7	15,6	14,4	2,0	2,5	0,17
20	0,22	18,9	2,9	4,8	17,5	6,3	5,4	1,7	0,10
21	0,18	14,7	5,5	6,5	23,7	11,3	4,3	1,6	0,12
V. K.	29	35	46	47	40	51	67	19	45
22	0,20	16,1	7,7	22,7	22,8	12,9	13,2	1,3	0,08
23	0,28	24,3	4,5	7,5	35,5	9,9	3,1	22,9	0,09
V. K.	29	25	34	60	25	16	81	–	6
24	0,29	28,3	5,2	4,2	28,8	17,7	5,0	23,1	0,11
25	0,13	13,5	9,3	17,4	18,7	11,1	5,1	1,4	0,06
26	0,15	17,4	7,0	12,6	13,4	9,4	5,1	1,2	0,07
V. K.	42	41	26	58	39	33	18	17	34
27	0,16	22,3	4,6	10,8	21,6	11,2	5,7	3,3	0,10
28	0,15	18,0	4,4	16,9	16,5	10,4	6,3	1,4	0,09
29	0,11	14,3	7,9	8,4	10,4	10,5	5,2	0,8	0,07
30	0,09	18,3	6,7	8,7	20,2	20,3	8,7	1,5	0,12
31	0,16	15,2	2,6	2,5	23,3	12,7	5,3	3,0	0,08
V. K.	24	17	45	66	26	29	27	53	22
32	0,15	11,4	55,4	4,8	27,0	23,2	11,6	2,0	0,17
33	0,17	12,3	3,7	0,9	10,0	5,3	0,7	5,9	0,07
34	20,5	19,3	3,4	4,3	29,7	8,1	3,9	6,3	0,10
35	0,12	12,1	2,9	2,7	15,0	6,4	3,6	0,3	0,13
36	0,14	16,7	5,7	4,8	24,3	8,4	4,8	0,9	0,08
V. K.	23	21	29	25	47	21	27	71	37
37	0,17	20,3	6,8	5,0	17,1	11,9	6,3	18,9	0,14
38	0,21	17,3	3,9	1,7	10,6	6,1	0,9	8,9	0,11
V. K.	15	11	38	70	33	46	63	51	17
a	0,18	27,0	10,0	8,0	30,0	12,0	6,0	1,5	0,40*
b	0,40	40,0	13,0	12,0	60,0	35,0	10,0	4,0	

a – požadové hodnoty pro lehčí střední, středně těžké až těžké substráty – background values for lighter-medium, medium-heavy and heavy substrates

b – limity kontaminace indikující zvýšené vstupy – limits of contamination indicating increased inputs

* – požadové hodnoty pro stanovený celkový obsah Hg v půdách – background values for determined total content of Hg in soils

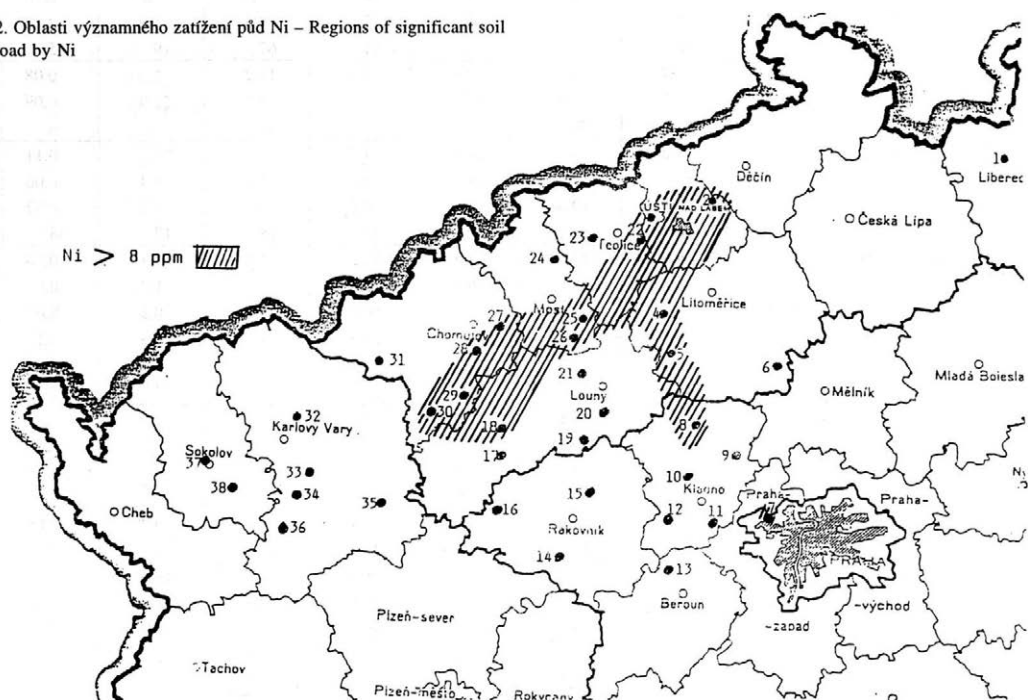
V. K. – varianční koeficient – variation coefficient

¹number, ²elements

1. Oblasti významného zatížení půd Cd a Zn – Regions of significant soil load by Cd and Zn



2. Oblasti významného zatížení půd Ni – Regions of significant soil load by Ni

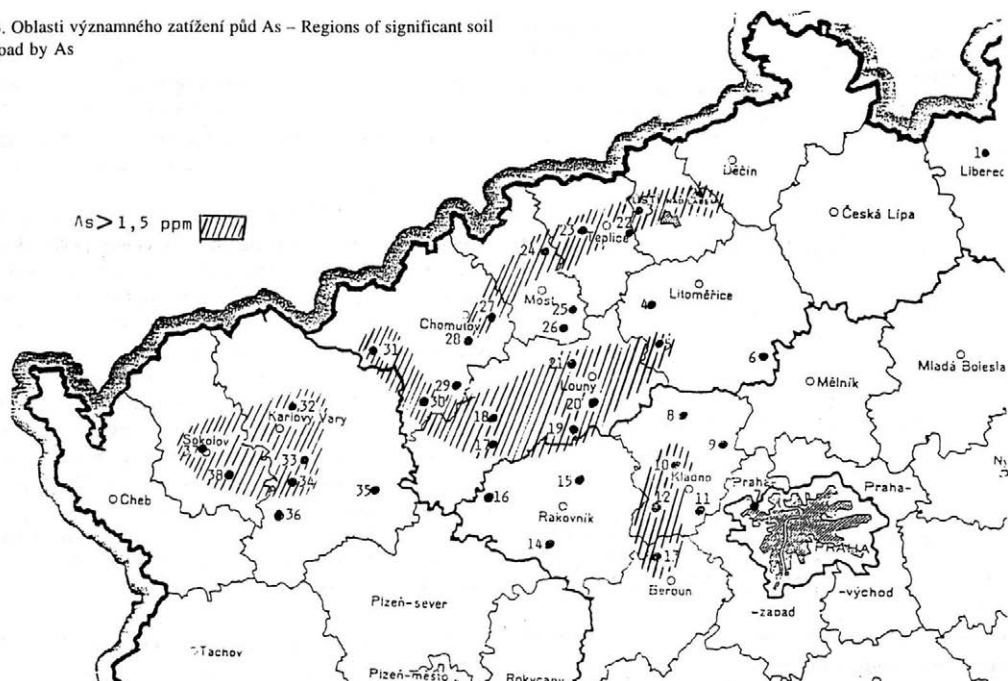


VÝSLEDKY A DISKUSE

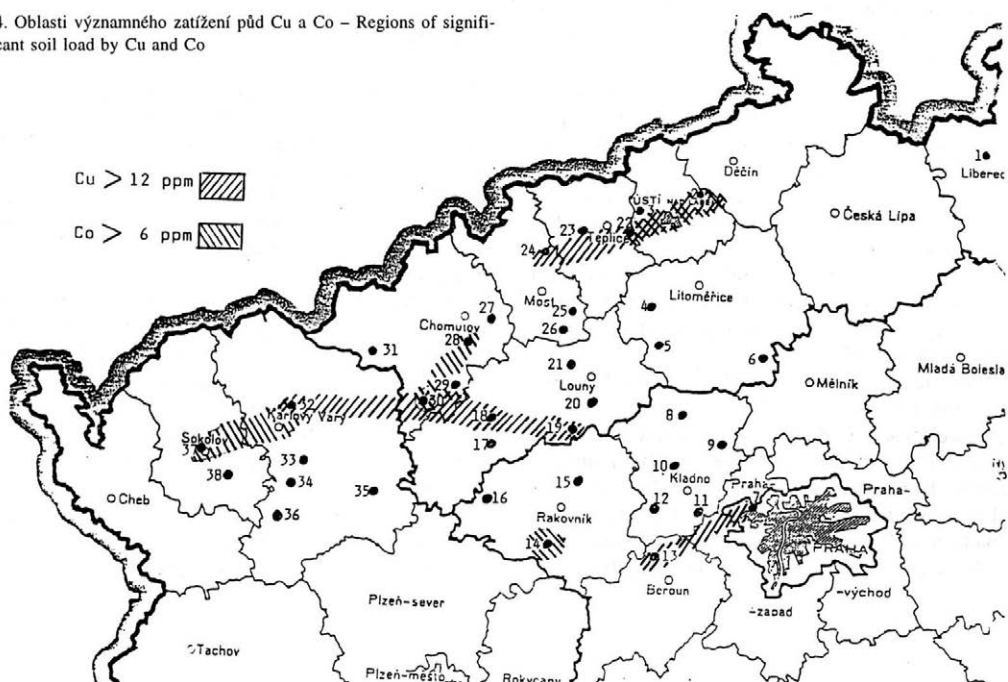
Odebírané vzorky půd z jednotlivých stanovišť na zemědělsky obhospodařovaných plochách vykazovaly

během tří let odběrů řádově shodné hodnoty naměřených obsahů u všech devíti prvků. Souhrnně jsou průměrné obsahy námi sledovaných vybraných nežádoucích prvků uvedeny v tab. II. Rozsahy naměřených

3. Oblasti významného zatížení půd As – Regions of significant soil load by As



4. Oblasti významného zatížení půd Cu a Co – Regions of significant soil load by Cu and Co



koncentrací vybraných nežádoucích prvků s procentuálními podíly uvádí tab. III. Je zřejmé, že většina naměřených hodnot obsahů prvků se nachází pod úrovní pozadových hodnot, což je v souladu i s obdobným

měřením, které prováděli na části sledovaného území Podlešáková, Němeček (1992). Pouze u některých prvků jako Cd, Ni a As jsme zaznamenali plošné rozšíření nad pozadové hodnoty, v několika přípa-

III. Rozsahy naměřených koncentrací prvků v půdách severozápadní části ČR – Ranges of measured concentrations of elements in soils of north-western part of CR

Prvek ¹	Jednotka ²	Rozsah koncentrace ³ (ppm)			
Cd	ppm	> 0,18	0,19–0,30	0,31–0,40	< 0,41
	%	65,8	26,3	2,6	5,3
Pb	ppm	> 27,0	27,1–30,0	30,1–40,0	< 40,1
	%	92,1	5,3	2,6	0
Cr	ppm	> 5,0	5,1–10,0	10,1–13,0	< 13,1
	%	71,1	26,3	0	2,6
Ni	ppm	> 5,0	5,1–8,0	8,1–12,0	< 12,1
	%	52,6	13,2	21,0	13,2
Zn	ppm	> 30,0	30,1–40,0	40,1–60,0	< 60,1
	%	92,2	2,6	2,6	2,6
Cu	ppm	> 12,0	12,1–20,0	20,1–35,0	< 35,1
	%	73,7	21,0	5,3	0
Co	ppm	> 6,0	6,1–7,0	7,1–10,0	< 10,1
	%	81,6	10,5	2,6	5,3
As	ppm	> 1,5	1,6–3,0	3,1–4,0	< 4,1
	%	44,7	31,6	2,6	21,1
Hg	ppm	> 0,10	0,11–0,15	0,16–0,20	< 0,21
	%	55,8	39,3	4,9	0

¹element, ²unit, ³range of concentration

dech i nad maximálně přípustné hodnoty (obr. 1 až 3). Lokálně a bodově zvýšené obsahy byly zjištěny u Zn, Cu, Co, Pb a Cr (obr. 1 až 4).

U Cd je oblast většího zatížení, překračujícího požadové hodnoty, v okresech Ústí nad Labem a Teplice a zasahuje do východní části okresu Most. Další oblast s vyšším výskytem tohoto prvku je východní část okresu Louny a přilehlá severozápadní část okresu Kladno. Limity kontaminace byly v regionu severozápadní části ČR překročeny ve dvou případech (5,3 %).

Zvýšené obsahy Ni byly zjištěny v okresech Ústí nad Labem, Teplice, Litoměřice a Chomutov. Limity kontaminace byly v uvedeném regionu překročeny v pěti případech (13,2 %).

Poměrně značné překročení požadových hodnot jsme zjistili u As. Zvýšené hodnoty byly naměřeny v okresech Sokolov, Karlovy Vary, Louny, Chomutov, Teplice, Ústí nad Labem a Kladno (obr. 4). Limity kontaminace byly překročeny v osmi případech (21,1 %).

Limity kontaminace byly dále překročeny ve dvou případech u Co (5,3 %), po jednom případě u Cr (2,6 %) a u Zn (2,6 %), jak je patrné z tab. III.

Plošné rozšíření Cd, As a Ni se v určité míře shoduje se zjištěním, ke kterému dospěli Podlešáková et al. (1994), kteří však sledovali menší oblast výskytu imisního znečištění této severozápadní části ČR. Jde o regiony, které bezprostředně navazují na převládající proudění imisí a jsou významně a soustavně zatěžovány rizikovými prvky.

Námi uvedená zjištění o zatíženosti půd některými nežádoucími prvky ukazují, že ne všechny prvky jsou zastoupeny v půdách sledovaného imisně zatíženého území severozápadní části ČR v hodnotách, které překračují přijaté hranice požadových hodnot a v některých případech limitů kontaminace půd.

I když pomineme skutečnost, že pěstované rostliny mají různou schopnost kumulace nežádoucích prvků a obsah v jejich biomase může být ovlivněn i spady, pak riziko zvýšených obsahů je právě na půdách s jejich zvýšenými obsahy (Tlustoš et al., 1995). Je proto žádoucí systematické sledování těch rizikových prvků, které nejsou přirozenou součástí krmiv a potravin, a hledání možností, jak jejich působení omezit nebo je z přírodního prostředí imobilizovat.

Úkol je řešen a financován z projektu MH ČR Z 783: Minimalizace obsahu nežádoucích látek v systémech půda – voda – rostlina – produkt.

LITERATURA

- BENEŠ, S.: Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. I. část. Praha, MZe ČR 1993. 88 s.
- FACEK, Z.: Hodnocení intoxikace půd v severočeské hnědouhelné pánvi. Rostl. Výr., 32, 1986 (6): 649–654.
- PODLEŠÁKOVÁ, E.: Upřesněný návrh kritérií pro obsahy organických a anorganických pollutantů v půdách. Realizační výstup projektu 783 05 03: Kritéria zatížení půd rizikovými prvky, 1994. 3 s.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J.: Současný stav kontaminace půd rizikovými látkami. Úroda, 1992 (6): 247–248.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – VÁCHA, R.: Kontaminace půd severočeského regionu rizikovými prvky. Rostl. Výr., 40, 1994 (2): 123–130.
- SMRČEK, L. – VRUBEL, J. – PAVELKA, J.: Obsah těžkých kovů v zemědělské půdě na území Ostravy. Úroda, 1993 (5): 197–198.
- TLUSTOŠ, P. – VOSTAL, J. – SZÁKOVÁ, J. – BALÍK, J.: Přímá a následná účinnost vybraných opatření na obsah Cd a Zn v biomase špenátu. Rostl. Výr., 41, 1995 (1): 31–37.

Došlo 3. 11. 1994

Kontaktní adresa:

Prof. ing. Josef V o s t a l, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 27 35, fax: 02/34 44 18

VLIV IMISNÍHO ZATÍŽENÍ A RŮZNÝCH PŮDNÍCH PODMÍNEK NA ODOLNOST OZIMÝCH OBILNIN KE STRESUM ZIMNÍHO OBDOBÍ

THE EFFECT OF IMMISSION LOAD AND VARIOUS SOIL CONDITIONS ON THE RESISTANCE OF WINTER CEREALS TO STRESSES OF WINTER PERIOD

J. Malířová, V. Petříková, S. Ustjak

*Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Department of Plant Ecotoxicology,
Chomutov, Czech Republic*

ABSTRACT: The effect of immission load and various soil conditions on the resistance of winter cereals to stresses of winter period was investigated through the provocative pot (box) method. Selected cereals (winter wheat Mironovská, winter wheat Zdar and winter triticale Dagro) were sown in boxes placed in two positions – on the ground (at 5 of cm height) and higher above ground, at 50 cm height on the window sill. The effect of substrate (topsoil, combination of topsoil and power-plant ash in ratio 1:1 and ash) and fertilizing by cattle slurry were assessed during overwintering. Air and substrate temperatures were investigated along with emergence of plants, heavy metal contents in substrates, in above-ground parts and roots of plants. The effect of low and very low temperatures (frosts) participated significantly in survival of winter cereals together with interaction of immission load of the site. From the point of view of survival of cereals in the winter season of all tested substrates the best one seemed to be the ash, followed by the combination of topsoil and ash, particularly in the Dagro triticale which attained the highest percentage of survival among all the crops investigated. With a slight difference it was followed by the wheat, cv. Mironovská and the lowest value achieved wheat, cv. Zdar. Accumulation of heavy metals in different varieties is associated with decreased resistance to stresses of the winter which was the highest in winter wheat, cv. Zdar, the lowest one in winter wheat, cv. Mironovská. It is possible that just this increased accumulation of noxious, harmful substances is a result of lower resistance of crops to stress conditions of cold and immissions. An application of high rates of liquid manure increased final yields of dry biomass by better supply of nutrients, but on the other hand, it reduced significantly survival of plants in winter period and increased transfer of heavy metals from substrates into plants. After application of slurry heavy metals accumulated much more in plant roots what is testified to the function of roots as biochemical barrier for contamination of plants by heavy metals. That is why the ratio of content of heavy metals in above-ground parts to roots in fertilized treatments significantly dropped what is a result of increase in the percentage of roots in accumulation of heavy metals by plants. As for the effect of different substrates to the resistance of winter cereals to stresses of the environment and immission load (what is manifested in survival of plants and their accumulation of harmful substances), the best seemed to be the floating power-plant ash which create optimal agrophysical conditions for the plant growth and is less contaminated by heavy metals (except for As) than common agricultural soils. Therefore, the content of heavy metals in roots and above-ground parts of plants cultivated on ash in all elements (except for As) is usually lower than in the plants cultivated on the mixture of topsoil and ash. This difference in transfer of heavy metals from substrate into plants between ash alone and its mixture with topsoil correspond also to the differences in contamination of substrates by different elements.

immissions; soil conditions; winter cereals; frost hardiness; heavy metals

ABSTRAKT: V nádobovém pokusu byl pomocí provokační bedýnkové metody ověřován vliv hnojení a použitého substrátu na přezimování vybraných ozimých obilnin v imisně zatížené oblasti. Při přezimování byl hodnocen vliv hnojení kejdou skotu a vliv použitého substrátu (ornice, kombinace ornice a elektrárenského plaveného popelu a samotný elektrárenský popel). Z ozimých obilnin byly zvoleny ozimá pšenice Mironovská, Zdar a ozimé tritikale Dagro. Z testovaných substrátů se jako nejvhodnější ukázal popel, z odrůd ozimá pšenice Mironovská. Aplikace kejdy skotu omezila přežití ozimých obilnin ve všech substrátech (zvláště v orniční zemině) a podstatně zvýšila transfer těžkých kovů ze substrátů do rostlin.

imise; půdní podmínky; ozimé obilniny; mrazuvzdornost; těžké kovy

Vzhledem k silnému znečištění některých oblastí ČR (např. severních Čech a Sokolovska) je potřeba analyzovat dopad na rostlinnou produkci a vliv kompenzačních opatření, a to komplexně z různých hledisek. Jedním z nich jsou fyziologické charakteristiky rostlin v těchto imisně zatížených oblastech.

Celá řada plynných škodlivin (SO_2 , NO_x , O_3 , CO , CO_2 aj.), pevných částic a aerosolů, obsahujících zejména těžké kovy (Cd, Pb, As, Hg, Cr, Ni, Co, Zn a další), se dostává do ovzduší především činností palivoenergetického komplexu, motorismu a činností ostatních průmyslových podniků. Četnými výzkumy u nás i v zahraničí je dokázán negativní vliv imisí na rostlinnou produkci, a tím na zdraví člověka (Facek, Adamec, 1986; Adema, 1990; Petříková et al., 1990, 1992).

Z hlediska rostlinné produkce je však velmi nesnadné tento faktor specifikovat, neboť jde o velmi široký soubor vlivů, které se snadno mění podle vnějších podmínek.

K základním procesům tvorby rostlinné produkce patří energetické děje (fotosyntéza, dýchání) a distribuce látek v rostlinném těle. Tyto děje také nejvíce podléhají stresovým podmínkám (Mussel, Staples, 1979; Levitt, 1980; Larcher, 1988), které mohou být vyvolány částečně i silnou imisní zátěží. Zahraniční fyziologické studie vlivu imisí a těžkých kovů na rostliny (Bláhová, 1991) dokazují sníženou fotosyntetickou aktivitu a při vyšších koncentracích obvykle zvýšené respiračních procesů, poškození membránových systémů a celkový pokles nárůstu biomasy. Poškozením fotosyntetického aparátu dochází ke snížení výnosů o 5 až 22 %.

Často je pozorována zvýšená vnímavost k ostatním abiotickým stresujícím činitelům (k nízké teplotě, mrazu, suchu apod.). Nízké teploty těsně nad bodem mrazu a velmi nízké teploty pod bodem mrazu vyvolávají při delším působení poruchy metabolismu rostlin. Následkem déle trvajícího chladu pak rostliny zežloutnou a na delší dobu zpomalí růst. Podstatou mrazuvzdornosti není jen reakce na fyzikální vlastnosti vzniklého ledu v těle rostlin, ale při mrznutí dochází k dehydrataci koloidů, a tím ke změně struktury membránového systému. Velmi častým příznakem poškození rostliny mrazem je následně dlouhodobé zaplavení mezibuněčných prostorů vodou z roztáhlého ledu. Čím déle pak buňky nasávají vodu z intracelulárních prostorů, tím větší je rozsah poškození. Poškození mrazem se u rostlin často navenek neprojevuje, ale vnitřní poškození je možné pozorovat u tkání v elektrolytu, kde se uvolňují ionty, které jsou u nepoškozených buněk pevně vázány.

Rezistence přezimujících kulturních rostlin proti mrazu je obvykle v negativní korelaci k jejich relativní růstové rychlosti. Důsledek vlivu teplot pod bodem mrazu na rostliny se projevuje i v různých obdobích roku. Rostliny, které přežívají extrémní mrazy během zimy, jsou na jaře nebo i v létě často decimovány ní-

kými teplotami v tomto období (např. mrazové dny v květnu). Ozimé žito může např. uprostřed zimy přežít i mraz -30°C , ale na jaře uhynie při teplotě -2°C . Četné výzkumy týkající se zimovzdornosti a mrazuvzdornosti odrůd ozimých pšenic, žita a tritikale byly uskutečněny na území bývalého SSSR (Vasilenko a kol., 1975).

Odolnost rostlin vůči mrazu ovlivňuje ještě řada faktorů, např. proces adaptace (otužování), fotoperiodická reakce, vliv výživy, vliv imisí a těžkých kovů apod.

Fotoperiodicitá ovlivňuje odolnost ozimých obilnin vůči mrazu na začátku i na konci zimního období. Pro naše oblasti, kde je průběh povětrnosti ke konci zimy a na počátku jara proměnlivý a kde období oteplování je vystřídáno dalšími nízkými teplotami, případně mrazy, jsou vhodné typy ozimých obilnin s vysokou citlivostí ke krátkému dni.

Otužování, resp. rychlost a intenzita tohoto procesu probíhá v našich podmínkách nejlépe u ozimých obilnin na počátku fáze odnožování. Co se týká odolnosti rostliny vůči komplexu faktorů, které ji během zimy ovlivňují, lépe přezimují porosty, jejichž rostliny jsou dobře urostlé a odnožené. Z toho vyplývá nutnost dodržování agrotechnických termínů (včasné setí), aby rostliny dobře vzrostly a zesílily.

Značně složitá je otázka vlivu výživy na odolnost rostlin vůči mrazu. Jednostranné hnojení (zejména dusíkem) působí ve většině případů negativně. V podstatě jde o vliv živin na fyziologické procesy, které podmiňují průběh otužování (Levitt, 1980).

Imise a těžké kovy snižují rovněž odolnost rostlin, jejich fyziologickou aktivitu i celkový růst. Odolnost vůči mrazu patří k hlavním činitelům zajišťujícím úspěšné přezimování rostlin na našem území. Vliv různého stupně imisního zatížení prostředí a vliv půdních podmínek na odolnost rostlin vůči stresům zimního období u vybraného souboru ozimých obilnin sledovali Prášil et al. (1995). Na redukci přezimujících obilnin se výrazněji podílí efekt prostředí (v imisně zatížených oblastech zhruba dvojnásobně) než samotný vliv půdy a nízkých teplot. Z ozimých obilnin je na poškození mrazem nejcitlivější ječmen.

Vincenc, Belan (1993) uvádějí, že v imisně zatížené oblasti, kde byl sledován spád Cd, Pb a As v jednotlivých ročních obdobích, byl v zimním období (leden až únor) naměřen nejmenší obsah Cd a Pb. Naproti tomu As bylo v imisích zjištěno na podzim nejmenší, na jaře byl jeho obsah největší. Podle průměrného měsíčního spadu mělo ze sledovaných prvků největší zastoupení Pb. Imisní zatížení uvedenými prvky je pro rostliny největší v létě a potom na jaře.

MATERIÁL A METODA

V zimním období 1992 až 1993 byly pomocí provo-kační nádobové (bedýnkové) metody testovány vytypované ozimé obilniny (Prášil et al., 1989), vybrané na základě předchozích dvouletých pokusů tak, aby repre-

zentovaly odrůdy, které jsou ke stresům zimního období odolné, středně odolné a málo odolné:

- odrůda: odolná, pšenice Mironovská
středně odolná, tritikale Dagro
málo odolná, pšenice Zdar
- substrát: ornice
ornice + popel (1:1)
popel
- hnojení: kontrola – nehnojeno
hnojeno – kejda skotu

Ozimé obilniny byly vysety do bedýnek umístěných jednak na zemi (ve výši maximálně 5 cm) a jednak na vyvýšeném parapetu (cca 50 cm nad zemí). Bedýnky byly umístěny na dvoře v areálu VÚRV v silně imisně zatížené oblasti Chomutovska.

Bedýnky byly naplněny 8 kg substrátu; ornice pocházela z pozemku výzkumné stanice v Chomutově v Nových Spořicích a popel ze složiště popelu elektrárny Tušimice ve Vysočanech.

Fyzikální charakteristika použitých substrátů:

Zrnitostní složení (mm)	Obsah frakcí v sušině (%)	
	popel Vysočany	ornice Spořice
< 0,01	1,63	22,99
< 0,001	0,22	6,53
0,001–0,01	1,41	16,44
0,01–0,05	9,47	21,07
0,05–0,25	46,01	22,83
0,25–2	42,37	33,13

Do každé bedýnky byly vysety vždy dva řádky jedné odrůdy po 16 semenech. Jednotlivé varianty měly tři opakování. V průběhu pokusu byly sledovány povětrnostní podmínky lokality: denní teploty substrátů měřené v hloubce 2,5 cm, teploty vzduchu, výskyt sněhové pokrývky, holomrazy, inverze. Vzházivost a přežití ozimých obilnin byly vyjádřeny v procentech.

Po skončení pokusu byly analyzovány sledované substráty, nadzemní části i kořeny ozimých obilnin. Obsah těžkých kovů byl stanoven pomocí atomové absorpční spektrofotometrie podle příslušných metodických pokynů. V rostlinách byl zjišťován totální obsah prvků po mineralizaci vzorku a převedení mineralizátu do kyselého roztoku. V půdách byl obsah rizikových prvků stanoven ve výluhu roztokem 2M HNO₃ při poměru půdy k vyluhovacímu 1:10 a třepání po dobu 6 h (běžně využívaná metodika, doporučená SKZÚZ). Ze skupiny rizikových chemických prvků bylo sledováno sedm prvků: Cd, Pb, As, Cr, Ni, Co, Zn.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Teploty vzduchu a testovaných substrátů

Byl potvrzen velmi významný vliv teplot na vyzimování a přežití ozimých obilnin. Na zvýšeném para-

petu došlo ke 100% úhynu, neboť právě zde se projevil účinek silných holomrazů bez sněhové pokrývky na přelomu roku a v únoru, která plní za normálních okolností izolační funkci a chrání rostliny před přímým poškozením mrazem (P r á š i l o v á, 1993). Ledové krystalky, které se v holomrazech vytvářely, dosahovaly velikosti až 2,5 cm. Přízemní minima se pohybovala kolem -20 °C.

Ze tří sledovaných substrátů byly naměřeny v průměru nejnižší teploty během zimního období u kombinace ornice s popelem (nejvyšší v popelu), přestože rozdíl mezi jednotlivými variantami nebyly významné. O něco větší rozdíl se projevil ve variantách umístěných nad zemí.

Vzházivost a přežití jednotlivých odrůd v substrátech

Z celkového hodnocení parametru vzházivosti u sledovaných odrůd v jednotlivých substrátech a variantách hnojení a podle umístění bedýnek vyplývá poměrně vyrovnané procento vzejití u všech tří odrůd: Mironovská 86 %, Zdar 87 %, Dagro 87 %. Mezi jednotlivými substráty a variantami hnojení se ukázaly větší rozdíly. Přežití rostlin bylo vždy vyšší na nehnoujených variantách proti variantám hnojeným kejdou, nárůst suché hmoty rostlin byl však vyšší u hnojených variant, zřejmě vlivem vyššího zásobování živinami.

U všech variant byl zaznamenán kladný vliv kejdy na vzházivost a růst obilnin v jarním období, nikoliv však na přežití obilnin v zimním období. Nejvíce se projevil kladný vliv kejdy u kombinace ornice s popelem u tritikale Dagro. Ze zkoušených substrátů se pro přežití obilnin ukázal jako nejvhodnější popel, následovala kombinace ornice a popelu. Byly tedy prokázány další předpokládané kladné agrofyzikální vlastnosti elektrárenského popelu při pěstování plodin, v tomto případě jeho vliv na mrazuvzdornost testovaných obilnin v imisně zatížené oblasti. Triticale Dagro docílilo nejvyššího procenta přežití ve všech substrátech, s nepatrným rozdílem následovala pšenice Mironovská a nejnižší procento přežití prokázala pšenice Zdar. Výsledky jsou uvedeny v tab. I.

Obsah těžkých kovů v testovaných substrátech

Výsledky rozborů sledovaných substrátů na průměrný obsah těžkých kovů u jednotlivých variant hnojení a ve srovnání s příslušnými normami jsou uvedeny v tab. II.

Porovnání sledovaných substrátů na obsah těžkých kovů ukázalo, že nejnižší obsah všech analyzovaných prvků (s výjimkou As) je u popelu, nejvyšší u ornice. Např. obsah Cd v popelu je nižší ve srovnání s ornici skoro 7x, Pb 4x, Co a Zn 2,5x. Obsah Cr byl o něco vyšší u ornice a obsah Ni u popelu. Pouze As se nacházel v 7,5x větším množství v popelu než v ornici. Toto hodnocení odpovídá výsledkům našich dřívějších po-

I. Přezimování obilnin (%) a produkce suché hmoty (g.nádoba⁻¹) – Overwintering of cereals (%) and production of dry matter (g.pot⁻¹)

Odrůda ¹	Hnojení ³	Substráty ⁶					
		ornice ⁷		ornice + popel 1:1		popel ⁸	
		přežití ⁹ (%)	suchá hmota ¹⁰ (g.nádoba ⁻¹) ¹¹	přežití ⁹ (%)	suchá hmota (g.nádoba ⁻¹)	přežití ⁹ (%)	suchá hmota (g.nádoba ⁻¹)
Mironovská	nehnojeno ⁴	18	0,02	30	1,1	36	3,6
	kejda ⁵	14	0,01	24	2,51	24	1,65
	průměr ²	16	0,015	27	1,805	30	2,505
Zdar	nehnojeno	6	0,01	17	0,73	40	0,82
	kejda	3	0,008	8	0,6	13	1,03
	průměr	4,5	0,009	12,5	0,665	26,5	0,925
Dagro	nehnojeno	8	0,02	42	1,36	47	0,73
	kejda	5	0,04	26	0,73	27	3,34
	průměr	6,5	0,03	34	1,045	37	2,035
Průměr ²	nehnojeno	10,7	0,017	29,7	1,063	41	1,637
	kejda	7,3	0,019	19,3	1,28	21,3	2,007
	celkově	9	0,018	24,5	1,172	31,2	1,822

Malé množství produkce rostlinné hmoty je dáno tím, že vzorky rostlin byly odebrány k analýzám v jarním období, bezprostředně po hodnocení přezimování – A low amount of plant matter yield is given that plant samples were taken for analyses in spring period, immediately after evaluation of overwintering

¹variety, ²average, ³fertilizing, ⁴untreated, ⁵slurry, ⁶substrates, ⁷topsoil, ⁸ash, ⁹survival, ¹⁰dry matter, ¹¹(g.pot⁻¹)

II. Průměrný obsah těžkých kovů (mg.kg⁻¹) v testovaných substrátech (výluh 2M HNO₃) – Average content of heavy metals (mg.kg⁻¹) in tested substrates (extract 2M HNO₃)

Prvek ¹	Nehnojené varianty ²			Varianty hnojené kejdou skotu ³			Celkové poměry průměrných obsahů těžkých kovů ⁴		Maximální přípustný obsah těžkých kovů podle MPO-94 ⁵
	ornice ⁶	ornice + popel	popel ⁷	ornice	ornice + popel	popel	ornice k popelu ⁸	nehnojeno ku hnojeno ⁹	
Cd	0,22	0,12	0,04	0,26	0,13	0,03	6,9	1,95	1,0
Pb	15,15	9,36	3,65	15,46	9,70	3,94	4,0	1,94	70,0
As	2,26	11,44	20,41	2,55	8,58	15,56	0,13	2,65	4,5
Cr	2,85	2,72	2,39	2,87	2,71	2,50	1,2	1,96	40,0
Ni	4,02	5,26	6,29	4,12	4,96	5,12	0,8	2,09	25,0
Co	7,15	5,13	3,49	7,54	4,82	2,45	2,5	2,18	25,0
Zn	27,40	21,50	12,40	28,00	19,80	11,00	2,4	2,06	100,0

* MPO-94 – maximálně přípustný obsah prvků v půdách (výluh roztokem 2M HNO₃) podle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 13/1994 Sb. zákonů ČR – maximum admissible content of elements in soils (extract by solution of 2M HNO₃) according to Annex 1 to Decree No. 13-1994 Coll. of CR

¹element, ²untreated variants, ³treated variants by cattle slurry, ⁴total ratios of average contents of heavy metals, ⁵maximum admissible content of heavy metals according to, ⁶topsoil, ⁷ash, ⁸topsoil to ash, ⁹untreated to treated

kusů (Petříková, 1992), v nichž bylo prokázáno, že obsah většiny těžkých kovů (s výjimkou As) je v plaveném elektrárenském popelu ze složišť často nižší než v běžných zemědělských půdách.

Obsah těžkých kovů ve směsi ornice a popelu v poměru 1:1 odpovídá zhruba jejich sumárnímu průměru. Výsledky svědčí o tom, že namícháním popelu do ornice lze dosáhnout snížení její kontaminace těžkými kovy, zejména Cd a Pb (s výjimkou As). V pokusu došlo ke snížení kontaminace ornice Cd 3,5x, Pb 2x, Co a Zn 1,5x.

Ve srovnání s maximálně přípustným obsahem těžkých kovů v půdě podle nové státní směrnice (zákon č. 13/1994, vyhláška MŽP ČR z 24. 1. 1994) překračuje stanovené limitní hodnoty pouze obsah As v popelu (v průměru 4x) a ve směsi půdy s popelem (2x). V návaznosti na tuto skutečnost je zajímavé, že nová norma na obsah As v půdě (4,5 ppm ve výluhu 2M HNO₃ pro všechny zemědělské půdy včetně lehkých) je více než 4x nižší než stará norma z roku 1987 (20 ppm). Podle staré normy žádný prvek z našeho pokusu (ani As) nepřekročil limitní hodnoty. Obsah ostatních prvků ve

III. Průměrný obsah těžkých kovů (mg.kg^{-1}) v nadzemních částech a kořenech testovaných ozimých obilnin a jejich poměry (v průměru plodin) – Average content of heavy metals (mg.kg^{-1}) in above-ground parts and roots of tested winter cereals and their ratios (on average for crops)

	Prvek ³	Nehnojené varianty ⁴			Varianty hnojené kejdou skotu ⁵			Celkové poměry průměrných obsahů těžkých kovů ⁶ (hnojeno ku nehnojeno ⁹)
		ornice ⁷	ornice + popel	popel ⁸	ornice	ornice + popel	popel	
Nadzemní částí ¹	Cd		0,021	0,021		0,040	0,019	1,41
	Pb		4,02	3,69		4,54	3,49	1,04
	As	málo hmoty pro analýzy ¹⁰	0,89	2,24	málo hmoty pro analýzy	0,64	4,83	1,75
	Cr		2,01	1,77		2,00	3,41	1,43
	Ni		3,56	3,82		6,75	2,31	1,23
	Co		1,08	1,32		1,25	1,17	1,01
	Zn		36,23	42,5		51,24	36,63	1,12
Kořeny ²	Cd		0,495	0,192		1,068	0,720	2,61
	Pb		0,43	0,80		1,19	0,26	1,10
	As	málo hmoty pro analýzy	1,24	2,33	málo hmoty pro analýzy	2,25	3,12	1,50
	Cr		7,84	5,72		9,23	10,58	1,46
	Ni		5,35	5,00		16,95	5,87	2,20
	Co		2,30	2,34		4,18	3,59	1,67
	Zn		77,70	53,40		139,20	75,10	1,63

¹above-ground parts, ²roots, ³element, ⁴untreated variants, ⁵treated variants by cattle slurry, ⁶total ratios of average contents of heavy metals, ⁷topsoil, ⁸ash, ⁹treated to untreated, ¹⁰too little matter for analyses

sledovaných substrátech se ani zdaleka nepřibližuje jak novým, tak starým limitním hodnotám (tab. II).

Po skončení pokusu ve variantách s hnojením kejdou došlo k podstatně většímu snížení obsahu těžkých kovů v substrátech ve srovnání s nehnojenými variantami. Obsah sledovaných prvků v nehnojených variantách byl v průměru 2x větší proti hnojeným variantám, což může znamenat, že po aplikaci kejdy došlo jednak ke zvýšení transportu těžkých kovů z půdy do rostlin a jednak ke zvýšení migrace těžkých kovů v půdě a k jejich následnému vymývání z nádob.

Obsah těžkých kovů v nadzemních částech a kořenech obilnin

Průměrný obsah těžkých kovů všech tří testovaných obilnin je uveden v tab. III. Obsah těžkých kovů zprůměrovaný z jednotlivých substrátů a variant hnojení je uveden v tab. IV. Mimo to jsme podle jednotlivých analýz srovnávali limity pro suchá krmiva s obsahem těžkých kovů v nadzemních částech jednotlivých obilnin a variant. Vyplynulo z toho, že pouze v jednom případě (u ozimé pšenice Zdar ve variantě popelového substrátu hnojeného kejdou) dosáhl As s obsahem 6,07 ppm hranice dané normou, tj. 6 ppm. Průměrné obsahy těchto hodnot nedosáhly (tab. III a IV). Příčinou tohoto zvýšeného obsahu bylo uvedené zvýšení mobility těžkých kovů vlivem aplikace vysoké dávky kejdy (obvykle v nádobových pokusech dávky hnojí o řád převyšují stejné dávky v polních pokusech). Ve

prospěch tohoto tvrzení svědčí i dvojnásobně nižší akumulace As rostlinami v paralelně nehnojené variantě pěstované pšenice Zdar na popelovém substrátu.

Eventuálně zvýšení koncentrace těžkých kovů v rostlinách v těchto pokusech je dáno také tím, že jde o malé množství rostlinné hmoty odebrané k analýzám v jarním období, tj. malé množství rostlinného materiálu, které přežilo po přezimování. Pokud by se odebraly k analýzám rostliny v plné vegetaci, ať již na zelenou hmotu, nebo v plné zralosti, lze předpokládat zředění koncentrace prvků v rostlinném pletivu a celkový obsah těžkých kovů může být nižší.

Porovnání akumulace těžkých kovů v nadzemní hmotě a v kořenech testovaných obilnin na nehnojených a hnojených substrátech (tab. III a IV) uvádí průměrné obsahy, tab. V vzájemné poměry obsahů) ukázalo, že aplikace kejdy podstatně zvýšila transfer těžkých kovů ze substrátů do rostlin. Svědčí o tom především zvýšení poměru obsahu těžkých kovů (tab. V) v analyzovaných částech rostlin oproti substrátům (poměr rostlina a půda) po aplikaci kejdy, a to u nadzemních částí v průměru o 110 % u As a o 30 až 60 % u ostatních těžkých kovů (s výjimkou Pb), u kořenů o 40 až 70 % u Cr a Zn, o 120 až 160 % u As, Co a Ni a až o 260 % u Cd, jehož mobilita je podle našich výsledků zvláště citlivá na aplikaci kejdy.

Podle uvedených výsledků došlo po aplikaci kejdy k větší akumulaci těžkých kovů především u kořenů rostlin, což svědčí ve prospěch hypotézy o roli kořenů jako biochemické bariéry pro kontaminaci rostlin těžkými kovy. Právě proto se poměr obsahu těžkých kovů

IV. Průměrný obsah těžkých kovů (mg.kg^{-1}) v nadzemních částech a kořenech u jednotlivých odrůd ozimých obilnin (průměr všech variant) – Average content of heavy metals (mg.kg^{-1}) in above-ground parts and roots in different varieties of winter cereals (average for all variants)

	Prvek ³	Mironovská	Zdar	Dagro	Celkový průměr ⁴	Norma pro suchá krmiva ⁵
Nadzemní části ¹	Cd	0,01	0,04	0,06	0,036	1
	Pb	3,36	4,92	3,53	3,95	15
	As	2,38	2,72	1,55	1,99	6
	Cr	1,99	2,56	2,55	2,32	15
	Ni	3,00	4,65	5,02	4,36	15
	Co	1,10	0,73	1,52	1,17	6
	Zn	39,19	45,13	33,91	40,10	500
Kořeny ²	Cd	0,35	0,59	0,92	0,619	
	Pb	0,47	1,01	0,52	0,670	
	As	2,16	2,72	2,28	2,14	
	Cr	9,79	0,20	15,04	8,34	
	Ni	8,66	16,33	8,55	11,18	
	Co	3,51	3,78	2,03	3,10	
	Zn	74,9	101,0	83,2	86,4	

* norma obsahů těžkých kovů pro suchá krmiva podle vyhlášky FMZV č. 117 ze dne 9. 12. 1987: O péči a zdraví zvířat – standard for the contents of heavy metals for dry feedstuffs according to Decree of the Federal Ministry of Foreign Affairs No. 117 of December 19, 1987: On Animal Health Care

¹above-ground parts, ²roots, ³element, ⁴total average, ⁵standard for dry feedstuffs

V. Vzájemné poměry průměrných obsahů těžkých kovů v testovaných substrátech a v nadzemních částech a kořenech rostlin podle variant hnojení – Ratios of average contents of heavy metals in tested substrates and in above-ground parts and roots of plants according to the variants of fertilizing

Poměry celkových obsahů těžkých kovů ² (%)						
Prvek ¹	nadzemní části ke kořenům ³		nadzemní části rostlin k půdě ⁴		kořeny rostlin k půdě ⁵	
	nehnojeno ⁶	hnojeno ⁷	nehnojeno	hnojeno	nehnojeno	hnojeno
Cd	8	3	35	47	446	1 610
Pb	698	861	72	68	13	9
As	119	99	9	19	11	23
Cr	28	27	74	105	264	382
Ni	72	40	64	91	91	228
Co	52	31	30	37	56	117
Zn	63	43	256	296	396	693

¹element, ²ratios of total contents of heavy metals, ³above-ground parts to roots, ⁴above-ground parts of plants to soil, ⁵roots of plants to soil, ⁶untreated, ⁷treated

v nadzemních částech ku kořenům ve hnojených variantách podstatně snížil (tab. V), a to zejména u Cd, Ni, As, Co a Ni.

Za povšimnutí stojí porovnání kontaminace jednotlivých testovaných odrůd těžkými kovy (tab. IV) v návaznosti na jejich mrazuvzdornost. Co se týká zatíženosti odrůd těžkými kovy, projevila se odrůda pšenice Zdar jako nejvíce kumulující těžké kovy jak v kořenech, tak i v nadzemních částech, těsně následovala odrůda tritikale Dagro. Nejnížší schopnost k akumulaci těžkých kovů projevila odrůda pšenice Mironovská. Jednoznačně se tak prokázalo, že snížená odolnost testovaných odrůd obilnin vůči nízkým

teplotám je doprovázena zvýšenou akumulací těžkých kovů.

Co se týká vlivu jednotlivých substrátů na transfer těžkých kovů do rostlin, ukázalo se, že obsah těžkých kovů v kořenech a v nadzemních částech rostlin pěstovaných na popelu u všech prvků s výjimkou As je obvykle nižší než u rostlin pěstovaných ve směsi ornice a popelu (v samotné ornici rostliny z větší části vyhy-nuly vlivem mrazů, a proto nebyly analyzovány). Tento rozdíl v transferu těžkých kovů ze substrátu do rostlin mezi samotným popelem a jeho směsí s ornici vcelku odpovídá rozdílu jejich kontaminace jednotlivými těžkými kovy.

Z hlediska citlivosti ozimých obilnin vůči negativnímu vlivu imisí náleží tritikale k tolerantním a pšenice ke středně citlivým. V rámci sledovaných odrůd ozimé pšenice pak odrůda Zdar patří mezi málo odolné. Ozimá pšenice Mironovská je považována za velmi plastickou, vysoce odolnou vůči stresům zimního období a životaschopnou, proto je zvlášť vhodná pro pěstování ve stresových podmínkách v imisně zatížených oblastech, což prokázaly také naše pokusy.

Tyto závěry dokumentují výsledky u jednotlivých odrůd ozimých obilnin týkající se procenta přežití. Se sníženou odolností vůči stresům zimního období souvisí též akumulace těžkých kovů jednotlivými odrůdami, která byla nejvyšší u ozimé pšenice Zdar, nejnižší u ozimé pšenice Mironovská. Je možné, že právě tato zvýšená akumulace škodlivých látek je příčinou snížené odolnosti plodin ke stresovým podmínkám chladu a imisí.

Aplikace vysokých dávek kejdy zvyšovala konečné výnosy suché biomasy rostlin lepším zásobením živinami, ale na druhé straně podstatně snižovala přežití rostlin v zimním období a zvyšovala transfer těžkých kovů ze substrátů do rostlin. Po aplikaci kejdy došlo k větší akumulaci těžkých kovů především v kořenech rostlin, což svědčí o funkci kořenů jako biochemické bariéry pro kontaminaci rostlin těžkými kovy. Právě proto se poměr obsahu těžkých kovů v nadzemních částech ku kořenům ve hnojených variantách podstatně snížil, což je výsledkem zvýšení podílu kořenů na akumulaci těžkých kovů rostlinami.

Co se týká vlivu jednotlivých substrátů na odolnost ozimých obilnin vůči stresovým vlivům prostředí a imisní zátěži (což se projevuje v přežití rostlin a v jejich akumulaci škodlivých látek), jako nejvhodnější substrát se osvědčil plavený elektrárenský popel, který vytváří optimální agrofyziologické podmínky pro růst rostlin a je méně kontaminovaný těžkými kovy (s výjimkou As) než běžné zemědělské půdy.

Obsah těžkých kovů v kořenech a nadzemních částech rostlin pěstovaných na popelu je proto u všech prvků (s výjimkou As) obvykle nižší než u rostlin pěstovaných na směsi ornice a popelu. Tento rozdíl

v transferu těžkých kovů ze substrátu do rostlin mezi samotným popelem a jeho směsí s ornici odpovídá i rozdílu v kontaminaci substrátů jednotlivými prvky.

LITERATURA

- ADEMA, E. H.: Course on air pollution. Univ. Wageningen 1990.
- BLÁHOVÁ, M.: Effect of air polluting materials on plant physiology. [Review.] Praha, 1991.
- FACEK, Z. – ADAMEC, M.: Možnosti omezování vstupu cizorodých látek do potravního řetězce. Úroda, 1986 (10): 460–461.
- LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin. Praha, Academia 1988.
- LEVITT, J.: Chilling, freezing and high temperature stresses. In: Responses of plants to environmental stresses. 1. New York, 1980.
- MUSSEL, H. – STAPLES, R.: Stress physiology in crop plants. New York, John Wilby and sons 1979.
- PETŘÍKOVÁ, V. – ZÁLESKÁ, I.: Výskyt imisí a jejich vliv na rostlinnou výrobu. Agrochémia, 1990 (3): 81–83.
- PETŘÍKOVÁ, V. et al.: Vliv imisí na rostlinu a produkci zemědělských plodin. [Závěrečná zpráva.] Praha-Ruzyně, ÚRV 1992.
- PRÁŠIL, I. et al.: Testování mrazuvzdornosti pšenice ozimé na vybraných pracovištích ČSSR. Genet. a Šlecht., 25, 1989: 79–86.
- PRÁŠIL, I.: Vliv imisí a těžkých kovů na fyziologické procesy u zemědělských rostlin. 1995 (v tisku).
- PRÁŠILOVÁ, P.: Stav ozimů a jejich mrazuvzdornost v zimě 1992–1993. Úroda, 1993 (9): 297–298.
- VASILENKO, J. a kol.: Pěstování sovětských odrůd ozimé pšenice v socialistických zemích. Praha, SZN 1975.
- VINCENC, J. – BELAN, F.: Hromadění cizorodých prvků v ozimých obilninách. Úroda, 1993 (9): 298–299.
- Vyháška MŽP, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu. Sb. zákonů ČR č. 13/1994.
- Vyháška FMZV č. 117 ze dne 9. 12. 1987: O péči a zdraví zvířat.

Došlo 8. 8. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Jaroslava Malířová, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, oddělení ekotoxikologie, Nové Spořice 4987, 430 01 Chomutov, Česká republika, tel.: 0396/270 90, fax: 02/36 52 28

MATERIÁL A METÓDA

Kvantitatívne hodnoty absorpcie a transformácie žiarenia v závislosti od rastového a vývojového stavu porastu sme získali z poľných pokusov s ozimnou pšenitou a jarným jačmeňom, ktoré boli lokalizované v regióne agroklmatickej oblasti Nitry.

Základnú prípravu pôdy, sejbu, ošetrovanie a hnojenie sme uskutočnili podľa zaužívaných technologických postupov.

V nadväznosti na experimentálne postupy (Kostrej, Balogh, 1995) sme robili aj merania hustoty toku globálneho žiarenia KIPP solarimetrom nad porastom a trubicovými solarimetrami v poraste v piatich až siedmich medziriadkoch najviac charakterizujúcich porast v piatich až siedmich opakovaniach od steblovania do konca voskovej zrelosti.

Množstvo absorbovaného slnečného žiarenia porastom I_{ab} sme vypočítali:

$$I_{ab} = I_o - I_p$$

kde: I_o – hustota toku slnečného žiarenia dopadajúceho na porast (kJ.m^{-2})

I_p – žiarenie dopadajúce na pôdu (kJ.m^{-2})

Tieto merania nám umožnili určiť a vypočítať radiačné charakteristiky, ako je percento žiarenia poras-

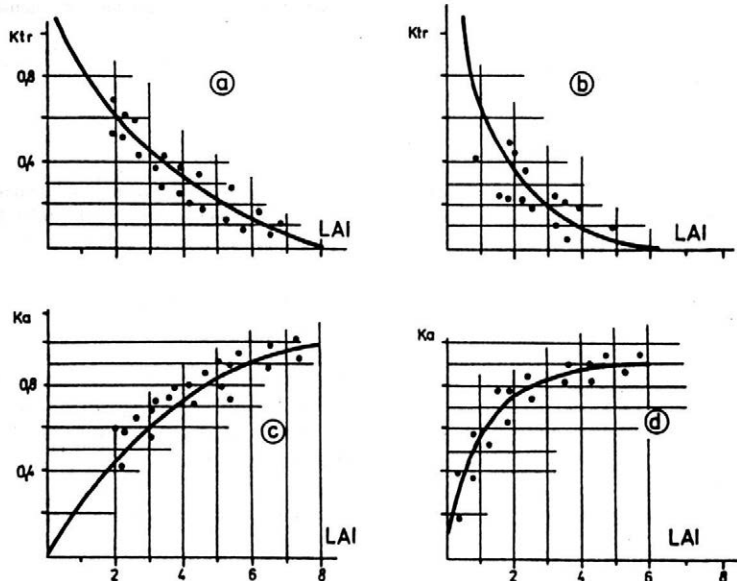
tom absorbovaného z dopadajúceho žiarenia a percento žiarenia porastom prepusteného z dopadajúceho žiarenia.

Spracovanie experimentálnych výsledkov sme urobili pomocou výpočtovej techniky na PC za využitia programových systémov STATGRAPHIC.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Kvantitatívne určovanie radiačného režimu porastu na rozdiel od iných mikroklimatických charakteristík, ako je teplota a vlhkosť vzduchu, je pomerne zložitá. Zložitost kvantitatívneho opisu radiačného režimu porastu vyplýva zo zvláštností, ktoré jeho štúdium sťažujú tak v teoretickom, ako aj v experimentálnom zmysle (Kostrej, 1994).

Radiačný režim sa zvyčajne v poraste zisťuje priamym meraním, avšak možný je i druhý spôsob určenia, a to teoreticky metódami matematického modelovania. Prvý spôsob využíva veľké množstvo empirických veličín, na základe ktorých robí detailnú kvantitatívnu analýzu. Druhý spôsob sa zakladá na zovšeobecňovaní experimentálnych údajov v tvare aproximovaných, empirických a polyempirických foriem, spojených s charakteristikami radiačného režimu i rýchlosti fotosyntézy s výstižným opisom štruktúry porastu. Týmto



1. Zmeny transmisie (K_{tr}) a absorpcie žiarenia (K_a) v závislosti od veľkosti indexu listovej pokryvnosti (LAI) – Changes in transmission (K_{tr}) and absorption of radiation (K_a) in dependence on leaf area index (LAI)

vlevo – ozimná pšenica – left – winter wheat
vpravo – jarný jačmeň – right – spring barley
horná časť – transmisia – upper part – transmission
dolná časť – absorpcia – lower part – absorption

• empirické hodnoty – empiric values
— vypočítané hodnoty – calculated values
a, b – začiatok steblovania – onset of shooting
c, d – mliečna zrelosť – milk ripeness

spôsobom možno dospieť k predstave, ako reálne porasty v konkrétnych podmienkach pestovania rastlín majú rozdielne žiarenie v profile porastu.

Existujú veľmi zložité modely rozloženia svetla v poraste (Geng et al., 1986). Niektorý z nich je pre riadkový výsev, iné sú pre voliteľné rastliny s nerovnomerným rozložením listov. Tieto modely nie sú vhodné pre použitie v poľnohospodárstve. Okrem toho väčšina z nich zahŕňa režim integrálnej a krátkovlnnej radiácie, ktorá zvyčajne nie je pre modelovanie produkčného procesu taká dôležitá.

Ako základné ukazovatele radiačného režimu porastu sú funkcie absorpcie a transmisie žiarenia; ich experimentálne určovanie v porastoch poľných plodín je veľmi zložité. Transmisia a absorpcia žiarenia značne závisí od výšky slnka, hustoty porastu i orientácie listov a iných faktorov.

Absorpcia žiarenia v závislosti od veľkosti indexu listovej pokryvnosti (LAI) meraná v porastoch pšenice a jačmeňa (obr. 1) má opačnú tendenciu ako jeho transmisia. Pri nižších hodnotách LAI je absorpcia žiarenia nižšia. Pri nízkych hodnotách absorpcie sa dosahujú vysoké hodnoty transmisie.

Naše merania napr. v porastoch husto siatych obilnín ďalej ukazujú, že z hľadiska rovnomernej absorpcie žiarenia v profile porastu je dôležitým ukazovateľom i výškové rozloženie fotosyntetizujúceho olistenia. Zistili sme, že zvýšením hustoty porastu zo 100 na 650 rastlín. m^{-2} v období maximálneho rozvoja listovej plochy klesol počet živých listov a vplyvom toho sa znížila aj výška olistenia fotosyntetizujúcich listov.

Na základe vyše 500 experimentálnych meraní sme určili závislosti zmien transmisie žiarenia od veľkosti LAI a hmotnosti suchej biomasy (W) v porastoch viacerých odrôd ozimnej pšenice.

Regresná analýza na hranici významnosti 0,99 vyjadrená korelačným koeficientom vymedzuje jeho hodnoty: medzi transmisiou žiarenia a LAI $r = 0,96$ až $0,98$, medzi transmisiou a W $r = 0,91$ až $0,93$.

Medzi absorpciou žiarenia a veľkosťou LAI sa r pohyboval v rozmedzí $0,88$ až $0,92$ a medzi absorpciou

a W v rozpätí $0,86$ až $0,90$. Veľmi nízke hodnoty korelačného koeficientu sú na začiatku a na konci vegetácie. Rozdielne hodnoty transmisie a absorpcie žiarenia pri tej istej veľkosti LAI sú na začiatku a ku koncu vegetácie, keď sa zväčšuje plocha stebiel a klasov. Z toho vyplýva, že tak transmisia, ako aj absorpcia žiarenia majú ontogenetický trend, preto pri sledovaní závislosti transmisie a absorpcie žiarenia počas vegetácie v závislosti od LAI a W v rozdielnych momentoch vegetácie navrhujeme pre praktické účely využiť sumy biologicky efektívnych teplôt (SET), ktorými vyjadříme ontogenetický vývoj rastlín v poraste, a tým i zmeny absorpcie žiarenia vplyvom ontogenézy. Vzťah medzi koeficientom absorpcie (K_{ab}) a koeficientom transmisie (K_{tr}) a veľkosťou LAI ($m^2 \cdot m^{-2}$) v určitom momente vegetácie (index j) sa vyjadruje funkciou:

$$K_{tr}(LAI) = \exp(-OZR^j \cdot LAI)$$

$$K_{ab}(LAI) = K_{ab} \max [1 - \exp(OZR^j \cdot LAI)]$$

kde: OZR – empirická funkcia, charakterizujúca ontogenetickú zmenu optickej hustoty porastu, určená zmenou celkovej asimilačnej plochy a asimilačnej plochy jednotlivých orgánov

K_{ab} – priemerná maximálna hodnota = $0,93$

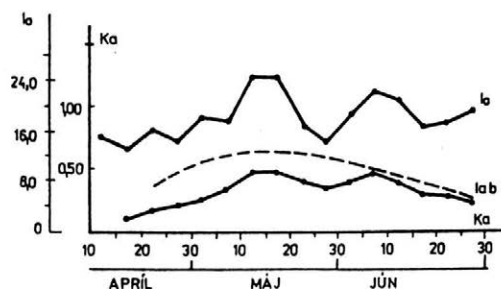
Dynamika OZR sa dá opísať rovnicou:

$$OZR^j = 0,0176 [SET^j (100)^2 - 0,093 (SET^j 100)] + 0,53$$

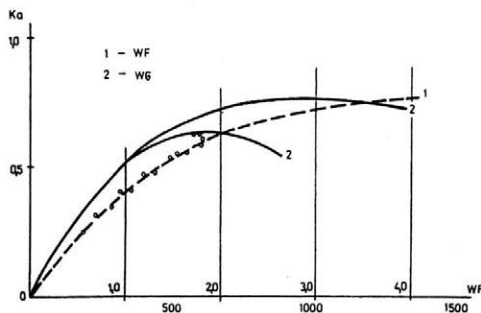
kde: SET – suma efektívnych teplôt

Pri experimentálnom preverovaní neprevýšila stredná chyba hodnotu 1,50. Uvedené analytické rovnice sa môžu využiť pre nedeštruktívny spôsob určovania veľkosti listovej plochy. Zmeny absolútnych hodnôt hustoty toku žiarenia dopadajúceho na porast (I_0), koeficient absorpcie žiarenia (K_{ab}) a zmeny absorbovaného žiarenia porastom (I_{ab}) ozimnej pšenice uvádza obr. 2, na ktorom sú ďalej uvedené absorpcie (K_a) a absorbované žiarenie (I_{ab}) v poraste ozimnej pšenice.

Zo znázornených hodnôt je zrejmé, že počas vegetácie sa menia nielen hodnoty dopadajúceho žiarenia na porast (I_0), ale i koeficienty absorpcie (K_a) a absorbo-



2. Zmeny hustoty toku žiarenia dopadajúceho na porast (I_0), koeficientov absorpcie (K_a) a absorbovaného žiarenia (I_{ab}) v poraste ozimnej pšenice – Changes in density of radiation flow impinging on the stand (I_0), absorption coefficients (K_a) and absorbed radiation (I_{ab}) in the winter wheat stand



3. Závislosť zmien koeficientu žiarenia (K_a), hmotnosti čerstvých rastlín (WF) v $kg \cdot m^{-2}$ a hmotnosti celkovej sušiny (WG) v $g \cdot m^{-2}$ v poraste ozimnej pšenice – Dependence of changes in the radiation coefficient (K_a), fresh plant weight (WF) in $kg \cdot m^{-2}$ and total dry matter weight (WG) in $g \cdot m^{-2}$ in the winter wheat stand

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zaslali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

KVANTIFIKÁCIA ABSORPCIE A TRANSMISIE SLNEČNÉHO ŽIARENIA V ZÁVISLOSTI OD RASTOVÉHO A VÝVOJOVÉHO STAVU PORASTU

QUANTIFICATION OF ABSORPTION AND TRANSMISSION OF SOLAR RADIATION IN DEPENDENCE ON GROWTH AND DEVELOPMENT CONDITIONS OF THE STAND

A. Kostrej

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Experimental results for quantification, absorption and transmission of solar radiation depending on growth and development conditions of the cereal stand were acquired during the growing season. Ontogenetic changes of relationships between absorption and transmission of solar radiation depending on the *LAI* value and leaf dry matter weight (*W*) were quantified. Radiation absorption in dependence on *LAI*, measured in wheat and barley stands (Fig. 1), had an adverse trend compared to its transmission. Radiation absorption was lower at lower *LAI* values. At low absorption values transmission had high values. Based upon more than 500 experimental measurements dependences of changes in radiation transmission on the *LAI* and *W* values were determined in the stands of several winter wheat varieties. Regression analysis on significance limit 0.99, expressed by correlation coefficient *r*, defined these values: between radiation transmission and *LAI* $r = 0.96$ to 0.98 , between transmission and *W* $r = 0.91$ to 0.93 . Very low values of correlation coefficient were recorded at the beginning and at the end of the growing season. Different values of transmission and absorption of radiation at the same *LAI* value were at the beginning and towards the end of the growing season when area of stalks and spikes grows. It follows from the above that as transmission as absorption of radiation were of ontogenetic tendency. Based upon the radiation characteristics of the stand (80 mean data on radiation absorption and transmission) dependences of absorption (*Kab*) and transmission (*Ktr*) of radiation on leaf dry matter (*WL*) and *LAI* were tabulated on the personal computer. Dependences are non-linear and can be expressed as:

$$Kab(WL) = 1 - WL(6.4 \pm 0.91 WL)^{-1}$$

$$Kab(LAI) = \exp(-0.75 LAI)$$

$$Ktr(WL) = (6.7 + 1.01 WL)^{-1}$$

$$Ktr(LAI) = 0.95 [1 - \exp(0.56 LAI)]$$

The dependence of changes in absorption coefficient (*Ka*) or weight of fresh plants *WF* ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$), respectively, in the winter wheat stand is in Fig. 3. Correlation coefficient had these values: between *Kab* and *WL* $r = 0.914 \pm 0.02$, between *Kab* and *LAI* $r = 0.894 \pm 0.04$; between *Ktr* and *WL* $r = 0.890 \pm 0.04$ and between *Ktr* and *LAI* $r = 0.988 \pm 0.02$.

solar radiation; transmission; absorption; stand; cereals; leaf-area index; leaf dry matter weight

ABSTRAKT: Experimentálne výsledky pre kvantifikáciu, absorpciu a transmisíu slnečného žiarenia v závislosti od rastového a vývojového stavu porastu obilnín boli získané počas vegetácie. Kvantifikovali sme ontogenetické zmeny vzťahov medzi absorpciou a transmisíou slnečného žiarenia v závislosti od veľkosti indexu listovej pokrývnosti (*LAI*) a hmotnosti sušiny listov (*W*). Uvedené zistenia sa môžu využiť pre modelovanie produkčného procesu.

slnečné žiarenie; transmisia; absorpcia; porast; obilniny; index listovej pokrývnosti; hmotnosť sušiny listov

ÚVOD

Slnečné žiarenie je rozhodujúcim faktorom fotosyntézy porastu (Benerlein, Pendleton, 1985; Kostrej, 1994), resp. produktivity (Keulen, Wolf, 1986; Keulen, Seligman, 1987) a v sú-

vislosti s inými faktormi vonkajšieho prostredia určuje aj výšku úrody (Boons, Penning, 1993; Špáňnik et al., 1994). Primárnu úlohu má aj pri energetickej bilancii rastlinnej výroby, pri radiačnom režime porastu (Benerlein, Pendleton, 1985; Geng et al., 1986) a pri modelovaní produkčného procesu (Penning, 1989; Vidovič, 1994).

vané množstvo žiarenia v poraste ozimnej pšenice (*Iab*). Viac sa simuluje priebeh *I_o*. Jeho hodnoty sa menia so zmenou hmotnosti sušiny (*W*) i hmotnosti čerstvej biomasy (*WF*).

Na základe radiačných charakteristík porastu (80 priemerných údajov o absorpcii a transmisii žiarenia) sme na PC zostavili závislosti absorpcie (*Kab*) a transmisie (*Ktr*) žiarenia od sušiny listov (*WL*) a veľkosti *LAI*. Závislosti sú nelineárne a dajú sa vyjadriť:

$$Kab(WL) = 1 - WL(6,4 \pm 0,91 WL)^{-1}$$

$$Kab(LAI) = \exp(-0,75 LAI)$$

$$Ktr(WL) = (6,7 + 1,01 WL)^{-1}$$

$$Ktr(LAI) = 0,95 [1 - \exp(0,56 LAI)]$$

Závislosť zmien koeficientu absorpcie (*Kab*) a hmotnosti čerstvých rastlín (*WF*) v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ v poraste ozimnej pšenice je znázornená na obr. 3.

Korelačný koeficient mal tieto hodnoty: medzi *Kab* a *WL* $r = 0,914 \pm 0,02$, medzi *Kab* a *LAI* $r = 0,894 \pm 0,04$; medzi *Ktr* a *WL* $r = 0,890 \pm 0,04$ a medzi *Ktr* a *LAI* $r = 0,988 \pm 0,02$.

LITERATÚRA

BOONS, E. R. – PENNING, F. W. T. DE VRIES: Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European community. [Report.] Wageningen, CABO 1993.

BENERLEIN, J. E. – PENDLETON, J. W.: Photosynthetic rates and light saturation curves of individual leaves under field conditions. *Crop Sci.*, 11, 1985: 217–219.

GENG, S. – PENNING, F. W. T. DE VRIES – SUPIT, J.: Analysis and simulation temperature and solar radiation. [Report.] Wageningen, CABO 1986 (5).

KEULEN, H. VAN – WOLF, J.: Modelling of agricultural production. [Monograph.] Wageningen, 1986.

KEULEN, H. VAN – SELIGMAN, N. G.: Simulation of water use, nitrogen nutrition and growth of a spring wheat crop. Wageningen, Pudoc 1987.

KOSTREJ, A.: Modelovanie vplyvu ekologických faktorov na rast, produkciu a produkčný proces. In: Zbor. Modely a modelovanie rastlinnej produkcie, Nitra, 1994.

KOSTREJ, A. – BALOGH, Z.: Dynamické vzťahy medzi teplotným, vlhkosťným režimom a rastovým stavom porastu. *Rostl. Výr.*, 41, 1995 (v tisku).

PENING, F. W. T. DE VRIES – JANSEN, D. M. – BERGE, H. F. M. LEN – BAKEMO, A.: Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. *Cent. Agric. Publ. Doc.* Wageningen, Pudoc 1989.

ŠPÁNIK, F. – ŠÍŠKA, B. – REPA, Š. – MALIŠ, J.: Zmena teplotnej a vlhovej zabezpečenia jarného jačmeňa. In: Zbor. Modely a modelovanie rastlinnej produkcie, Nitra, 1994.

VIDOVIČ, J.: Logické princípy a experimentálna verifikácia modelu Macros. In: Zbor. Modely a modelovanie rastlinnej produkcie, Nitra, 1994.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

Prof. ing. Anton Kostrej, DrSc. Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/267 32, 087/41 14 51

VLIV PĚSTITELSKÝCH OPATŘENÍ, STANOVIŠŤ A ROČNÍKŮ NA OBSAH ŽIVIN A PEKAŘSKOU KVALITU ZRNA OZIMÉ PŠENICE

THE EFFECT OF GROWING METHODS, SITES AND YEARS ON THE NUTRIENT CONTENT AND BAKING QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN

F. Vrkoč, M. Vach, J. Skala

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: Results of three series of polyfactorial field experiments conducted with winter wheat at three different sites were analyzed from the standpoint of various forecrops and increased nitrogen doses effects. Complex evaluation made possible to determine following descending order of factors decisive for individual nutrient content and selected indices of baking quality of winter wheat grain: nitrogen – site, fertilizing, forecrop, year; phosphorus – year, site, fertilizing, forecrop; potassium – site, forecrop, year, fertilizing; calcium, magnesium – year, site, forecrop, fertilizing; gluten content – year (57%), site (28%), nitrogen fertilizing (15%); gluten index – site (95%), year (4%), nitrogen fertilizing (1%); falling number – year (68%), site (28%), nitrogen fertilizing (4%). In comparison with less fertile soil (cambisol) higher nitrogen contents in grain were found on more fertile soils (luvisol) after leguminous crops as forecrops. The increased nitrogen content in grain after nitrogen fertilizing was significantly higher on less fertile soil, but the level of nitrogen content in grain on more fertile soils was not reached. The gluten content, gluten index and falling number were practically not affected by nitrogen fertilizing, with the exception of minimal changes in gluten content only. Nutritive quality and technological quality of wheat grain are determined, besides by the variety, by on-site factors and year to a greater extent than by cultural practices. The differences between the sites and years cannot be blurred even by intensive fertilizing.

winter wheat; grain; nutrient content; baking quality; forecrops; nitrogen fertilization; site; year

ABSTRAKT: Ke komplexní analýze vlivu pěstitelských opatření, stanovišť a ročníků na obsah živin a pekařskou kvalitu zrna ozimé pšenice byly využity výsledky tří sérií polyfaktorálních polních pokusů s ozimou pšenicí na třech odlišných stanovištích (Praha-Ruzyně, Čáslav a Lukavec u Pacova). Byl hodnocen vliv různých předplodin a stupňovaného dusíkatého hnojení. Souborné zhodnocení umožnilo stanovit toto sestupné pořadí faktorů, které rozhodovaly o zvýšeném obsahu živin a pekařské kvalitě v zrně ozimé pšenice: dusík – stanoviště, hnojení, předplodina, ročník; fosfor – ročník, stanoviště, hnojení, předplodina; draslík – stanoviště, předplodina, ročník, hnojení; vápník, hořčík – ročník, stanoviště, předplodina, hnojení; obsah lepku – ročník (57 %), stanoviště (28 %), hnojení dusíkem (15 %); gluten index – stanoviště (95 %), ročník (4 %), hnojení dusíkem (1 %); číslo poklesu – ročník (68 %), stanoviště (28 %), hnojení dusíkem (4 %). Vyšší obsahy dusíku v zrně byly zjištěny na úrodnějších černozemních a hnědozemních půdách po leguminózách jako předplodinách než na méně úrodné hnědé půdě. Zvýšení obsahu dusíku v zrně po dusíkatém hnojení bylo podstatně vyšší na méně úrodné hnědé půdě, ale nedosáhl úrovně obsahu dusíku v zrně na úrodných černozemních a hnědozemních půdách. Obsah lepku, gluten index a číslo poklesu nebyly dusíkatým hnojením téměř ovlivněny, resp. obsah lepku jen minimálně. O nutriční jakosti a o technologické kvalitě zrna pšenice rozhodují vedle odrůdy faktory stanoviště a ročník podstatně více než pěstitelská opatření. Rozdíly mezi stanovišti a ročníky nelze překrýt ani intenzivním hnojením.

ozimá pšenice; zrno; obsah živin; pekařská jakost; předplodiny; hnojení dusíkem; stanoviště; ročník

ÚVOD

Je prokázáno, že obsah minerálních látek a pekařskou kvalitu zrna pšenice ovlivňuje kromě odrůdy řada faktorů vnějšího prostředí a jednotlivých pěstitelských opatření. Častým předmětem výzkumu byl např. vliv hnojení, zpracování půdy, resp. předplodiny na kvalitu

zrna (Prugar, Vrkoč, 1970 aj.). Naproti tomu komplexnímu zhodnocení vlivu jednotlivých pěstitelských faktorů, ročníků a stanovišť se zřetelem na určení jejich pořadí důležitosti pro kvalitu produktů byla dosud věnována jen malá pozornost. Jednu z prvních komplexních analýz uvádějí na základě výsledků různých sledování Prugar, Hraška (1986).

Stanoviště ¹	Praha-Ruzyně	Čáslav	Lukavec u Pacova
Výrobní typ ²	řepařský ³	řepařský	bramborářský ⁴
Nadmořská výška ⁵ (m)	350	263	620
Půdní genetický typ ⁶	hnědozem ⁷	degradovaná černozem ⁸	hnědá půda ⁹
Druh půdy ¹⁰	jílovitohlinitá ¹¹	hlinitá ¹²	písčitohlinitá ¹³
Klimatické podmínky ¹⁴			
Suma srážek ¹⁵ (mm)	545	590	657
Ø roční teplota ¹⁶ (°C)	8,9	8,1	6,8
Agrochemické vlastnosti orniční vrstvy ¹⁷			
pH (KCl)	6,5	7,0	5,5
P (mg.kg ⁻¹ půdy ¹⁸)	47,3	62,9	38,4
K (mg.kg ⁻¹ půdy)	124,5	79,7	220,0

¹site, ²production type, ³sugar beet, ⁴potato, ⁵altitude, ⁶soil genetic type, ⁷luvisol, ⁸degrade chernozem, ⁹cambisol, ¹⁰soil texture, ¹¹clay loam, ¹²loam, ¹³sandy loam, ¹⁴climatic conditions, ¹⁵sum of precipitation, ¹⁶average annual temperature, ¹⁷agrotechnical properties of topsoil layer, ¹⁸of soil

Přspěvkem ke zhodnocení významu různých faktorů pro některé kvalitativní ukazatele zrna ozimé pšenice by měla být i předložena práce.

MATERIÁL A METODA

Ke komplexní analýze vlivu pěstitelských opatření, stanovišť a ročníků na obsah živin a pekařskou kvalitu zrna ozimé pšenice byly využity výsledky několika sérií polyfaktoriálních polních pokusů z let 1981 až 1994 na třech odlišných stanovištích (Praha-Ruzyně, Čáslav, Lukavec u Pacova). Stručná charakteristika stanovišť je uvedena v tab. I.

Analýzy na obsah živin byly provedeny běžnými metodami v laboratoři VÚRV v Pelhřimově. Pro konkrétní hodnocení obsahu živin v zrně ozimé pšenice byly vybrány tři polní pokusy:

Polní pokus A: U odrůdy Slavie byl v letech 1981 až 1983 na všech třech stanovištích hodnocen vliv dvou předplodin (bob obecný, jetel luční) a dvou stupňů hnojení (1. N-0, P-44, K-83; 2. N-50-100, P-44, K-83 kg čistých živin.ha⁻¹)

Polní pokus B: Na stejných stanovištích byla v letech 1985 až 1987 sledována odrůda Vala, zařazená po třech předplodinách (hrách setý, oves setý, jetel luční) a při třech stupních hnojení (1. N-0, P-44, K-83; 2. N-60, P-44, K-83; 3. N-100, P-44, K-83 kg čistých živin.ha⁻¹).

Polní pokus C: V letech 1988 až 1992 byla na dvou stanovištích (Praha-Ruzyně, Lukavec u Pacova) hodnocena odrůda Zdar při třech stupních organického hnojení a šesti stupních hnojení průmyslovými hnojivy (1. bez hnojení; 2. N-0, P-35, K-85; 3. N-40, P-35, K-85; 4. N-80, P-35, K-85; 5. N-120, P-35, K-85; 6. N-160, P-35, K-85 kg čistých živin.ha⁻¹).

Pekařská kvalita zrna ozimé pšenice (obsah lepku, gluten index, číslo poklesu) byla stanovena u odrůdy Regina v oddělení jakosti odboru agroekologie VÚRV v letech 1993 až 1994 ze stanovišť Praha-Ruzyně, Čáslav a Lukavec u Pacova. Předplodinou byl hrách setý.

V polním pokusu s ozimou pšenicí byly zařazeny tři stupně hnojení (1. N-0, P-44, K-83; 2. N-30, P-44, K-83; 3. N-70, K-83, P-44 kg čistých živin.ha⁻¹), dva stupně regulátorů růstu (1. bez regulátoru růstu, 2. benzylden) a dva stupně ochrany rostlin (1. pouze mechanické ošetření, 2. pesticidy).

Výsledky analýz byly statisticky zhodnoceny analýzou rozptylu při vícenásobném třídění. V tab. II až VI jsou rozdíly mezi jednotlivými stupni doplněny symbolem x. Pokud jsou symboly x umístěny pod sebou, není mezi hodnotami statisticky významný rozdíl. V těch případech, kdy se zmíněné symboly pod sebou nepřekrývají, jsou rozdíly mezi hodnotami průkazné.

Bližší údaje o založení hodnocených polních pokusů a o výnosových výsledcích jsou podrobně uvedeny v dřívějších pracích (Vach, Vrkoč, 1989; Vrkoč et al., 1990; Vach, 1991).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Přehled o obsahu dusíku v zrně ozimé pšenice podává tab. II. Obsah dusíku v zrně se u hodnocených odrůd (Slavia, Vala, Zdar) pohyboval ve všech třech pokusných sériích (A, B, C) na variantách bez hnojení dusíkem v intervalu 1,65 až 2,07 %, po hnojení dusíkem v dávkách 60 až 160 kg.ha⁻¹ v intervalu 1,80 až 2,39 %. Obsah dusíku v zrně se zvyšoval při stupňování hnojení dusíkem statisticky významně.

Naproti tomu hnojení PK nebo NPK se v našich pokusech na obsahu fosforu a draslíku v zrně oproti variantě bez hnojení průkazně neprojevovalo, byla patrná pouze slabá tendence ke zvyšování obsahu fosforu a draslíku v zrně v závislosti na pravidelném hnojení PK.

V polním pokusu B (tab. III) byl prokázán rozdílný obsah dusíku v zrně podle předplodin ve vzestupném pořadí: oves, hrách setý, jetel luční, což je v souladu s předplodinou hodnotou těchto plodin a s uvolňováním biologického dusíku. Neprůkazné rozdíly ve vztá-

II. Vliv hnojení průmyslovými hnojivy na koncentraci živin v zrně ozimé pšenice – The effect of fertilization by commercial fertilizers on the concentration of nutrients in the winter wheat grain

Pokus ¹	Hnojení ² (kg N.ha ⁻¹)	Koncentrace ³ (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
A	0 (+PK)	2,01 x	0,35 x	0,34 x	0,05 x	0,11 x
	50–100 (+PK)	2,17 x	0,34 x	0,32 x	0,05 x	0,12 x
B	0 (+PK)	2,07 x	0,41 x	0,37 x	0,049 x	0,108 x
	60 (+PK)	2,18 x	0,41 x	0,36 x	0,050 x	0,107 x
	100 (+PK)	2,30 x	0,41 x	0,36 x	0,054 x	0,110 x
C	0	1,65 x	0,38 x	0,48 x	0,045 x	0,126 x x
	0 (+PK)	1,62 x	0,39 x	0,48 x	0,046 x	0,124 x
	40 (+PK)	1,80 x	0,39 x	0,48 x	0,045 x	0,127 x x
	80 (+PK)	1,99 x	0,39 x	0,48 x	0,051 x x	0,130 x x
	120 (+PK)	2,18 x	0,39 x	0,49 x	0,052 x	0,129 x x
	160 (+PK)	2,39 x	0,39 x	0,48 x	0,053 x	0,131 x

¹trial, ²fertilization, ³concentration

III. Vliv předplodiny na koncentraci živin v zrně ozimé pšenice – The effect of a forecrop on the concentration of nutrients in the winter wheat grain

Pokus ¹	Předplodina ²	Koncentrace ⁷ (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
A	bob obecný ³	2,13 x	0,34 x	0,31 x	0,05 x	0,12 x x
	jetel luční ⁴	2,14 x	0,35 x	0,32 x x	0,05 x	0,10 x
	jetel luční	2,01 x	0,35 x	0,36 x	0,04 x	0,13 x
B	hrách setý ⁵	2,19 x	0,42 x	0,32 x	0,047 x	0,109 x
	oves setý ⁶	2,07 x	0,40 x	0,37 x	0,052 x	0,107 x
	jetel luční	2,30 x	0,41 x	0,40 x	0,053 x	0,109 x

¹trial, ²forecrop, ³common faba bean, ⁴red clover, ⁵pea, ⁶oats, ⁷concentration

IV. Vliv ročníku na koncentraci živin v zrně ozimé pšenice – The effect of year on the concentration of nutrients in the winter wheat grain

Pokus ¹	Ročník ²	Koncentrace ³ (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
A	1981	2,06 x x	0,37 x	0,35 x	0,06 x	0,11 x x
	1982	2,11 x x	0,33 x	0,33 x x	0,05 x	0,10 x
	1983	2,01 x	0,37 x	0,29 x	0,06 x	0,11 x x
	1984	2,18 x	0,33 x	0,36 x	0,04 x	0,13 x
B	1985	2,11 x	0,36 x	0,37 x	0,049 x	0,101 x
	1986	2,27 x	0,46 x	0,35 x	0,061 x	0,113 x
	1987	2,18 x x	0,41 x	0,36 x	0,042 x	0,111 x
C	1988	1,77 x	0,36 x	0,36 x	0,04 x	0,112 x
	1989	1,74 x	0,39 x	0,47 x	0,051 x	0,139 x
	1990	1,91 x	0,39 x	0,52 x	0,049 x	0,128 x
	1991	2,14 x	0,40 x	0,47 x	0,050 x	0,125 x
	1992	2,12 x	0,41 x	0,59 x	0,053 x	0,135 x

¹trial, ²year, ³concentration

hu k různým předplodinám byly zjištěny u obsahů fosforu a vápníku v zrně. Naproti tomu po jeteli lučním se obsah draslíku v zrně ozimé pšenice statisticky významně zvýšil.

Z tab. IV a V jsou patrné výrazné a statisticky významné rozdíly v obsahu živin v zrně podle jednotlivých

vých ročníků a stanovišť. Obsah dusíku v zrně na méně úrodných půdách v Lukavci u Pacova byl vždy statisticky významně nižší v porovnání s úrodnějšími půdami na stanovištích Čáslav a Praha-Ružyně. Výsledky dále ukazují, že obsah fosforu v zrně souvisel především se zásobou fosforu v půdě, která byla nejnižší

V. Vliv stanoviště na koncentraci živin v zrně ozimé pšenice – The effect of the site on the concentration of nutrients in the winter wheat grain

Pokus ¹	Stanoviště ²	Koncentrace ³ (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
A	Praha-Ruzyně	2,09 x	0,35 x	0,28 x	0,05 x	0,12 x
	Čáslav	2,18 x	0,34 x	0,37 x	0,04 x	0,11 x
	Lukavec u Pacova	2,01 x	0,36 x	0,34 x	0,06 x	0,12 x
B	Praha-Ruzyně	2,32 x	0,37 x	0,33 x	0,044 x	0,106 x
	Čáslav	2,24 x	0,48 x	0,34 x	0,048 x	0,112 x
	Lukavec u Pacova	1,99 x	0,38 x	0,41 x	0,060 x	0,106 x
C	Praha-Ruzyně	2,09 x	0,40 x	0,45 x	0,048 x	0,128 x
	Lukavec u Pacova	1,79 x	0,38 x	0,47 x	0,049 x	0,127 x

¹trial, ²site, ³concentration

VI. Vliv některých faktorů na pekařskou kvalitu zrna ozimé pšenice (odrůda Regina v letech 1993 až 1994) – The effect of some factors on the baking quality of the winter wheat grain (the Regina variety in the years 1993 to 1994)

Stanoviště ¹	Hnojení ² (kg N.ha ⁻¹)	Regulátory ³	Ochrana rostlin ⁴	Rok ⁵	Obsah lepku ⁶ (%)	Pevnost lepku ⁷ (%)	Číslo poklesu ⁸
Praha-Ruzyně					26,7 x	83,6 x x	375 x
Čáslav					25,8 x	91,5 x	370 x
Lukavec u Pacova					22,3 x	65,0 x	328 x
	0				23,6 x	79,9 x	351 x
	30				24,4 x x	81,3 x	353 x
	70				26,9 x	78,9 x	368 x
		0			24,8 x	80,1 x	358 x
		Benzyladenin ⁹			25,1 x x	79,9 x	358 x
			Bez ochrany ¹⁰		24,8 x	79,5 x	357 x
			Herbicide ¹¹		25,1 x x	80,5 x	358 x
				1993	27,6 x	77,6 x	391 x
				1994	22,3 x	82,4 x x	325 x

¹site, ²fertilization, ³regulators, ⁴plant protection, ⁵year, ⁶gluten content, ⁷gluten strength, ⁸number of decrease, ⁹benzyladenine, ¹⁰without protection, ¹¹herbicides

opět v Lukavci u Pacova, kde se však naproti tomu zvyšoval obsah draslíku v zrně.

Souborné zhodnocení všech polních pokusů (A, B, C) na třech stanovištích umožnilo stanovit toto pořadí faktorů, které v našich polních pokusech rozhodly o zvýšení obsahu minerálních prvků v zrně ozimé pšenice: dusík – stanoviště, hnojení, předplodina, ročník; fosfor – ročník, stanoviště, hnojení, předplodina; draslík – stanoviště, předplodina, ročník, hnojení; vápník, hořčík – ročník, stanoviště, předplodina, hnojení.

Vliv některých faktorů na pekařskou kvalitu zrna je uveden v tab. VI. Statisticky významně nižší hodnoty obsahu lepku, gluten indexu i čísla poklesu byly ve srovnání s úrodnějšími stanovišti zaznamenány na méně úrodných půdách v Lukavci u Pacova. Na obsahu lepku se výrazně projevilo dusíkaté hnojení a povětrnostní podmínky jednotlivých ročníků, které ovlivnily i číslo poklesu. Gluten index (pevnost lepku) se podle ročníků naproti tomu nelišil. Aplikace regulátorů růstu (benzyladeninu) a herbicidů se na pekařské jakosti neprojevila.

Celkové zhodnocení vlivu sledovaných faktorů na pekařskou kvalitu zrna ozimé pšenice ukázalo v našich pokusech toto pořadí: obsah lepku – ročník (57 %), stanoviště (28 %), hnojení dusíkem (15 %); gluten index – stanoviště (95 %), ročník (4 %), hnojení dusíkem (1 %); číslo poklesu – ročník (68 %), stanoviště (28 %), hnojení dusíkem (4 %).

O kvalitě zrna ozimé pšenice rozhoduje vedle odrůdy, podmínek stanoviště a počasí v konkrétním ročníku i řada dalších pěstitelských opatření (Prugar, Hraška, 1986). Pro nutriční a technologickou jakost uvádějí citovaní autoři jako dominantní faktory půdní úrodnost, hnojení, odrůdu a klimatické podmínky.

Z našich hodnocení jsme mohli toto pořadí vlivu sledovaných faktorů dále zpřesnit. Obsah dusíku v zrně ozimé pšenice byl nejvíce ovlivněn podmínkami stanoviště a hnojením, méně různou předplodinou a ročníkem, což navazuje na publikovanou klasifikaci (Prugar, Hraška, 1986). V naší dřívější práci (Prugar, Vrkoč, 1970) byl vliv předplodiny na obsah dusíkatých látek v zrně vyšší než vliv hnojení. Vyšší obsahy dusíkatých látek byly v souladu s uvedenou prací za-

znamenány na úrodnějších černozemních a hnědozemních půdách po leguminózách jako předplodinách. Zvýšení obsahu dusíku v zrně po dusíkatém hnojení bylo sice podstatně vyšší na méně úrodné hnědé půdě, ale nedosáhlo úrovně obsahu dusíku v zrně na úrodných černozemních a hnědozemních půdách, typických pro pěstování potravinářské pšenice. Na těchto stanovištích byla prokázána i tendence vyššího obsahu fosforu v zrně jako významný předpoklad pro vysokou biologickou hodnotu osiva. Také Hrdlička, Baier (1973) prokázali, že s klesajícím obsahem fosforu v zrně klesá i energie klíčivosti, délka rostlin ve fázi vzcházení a do značné míry i klíčivost.

O zvýšení obsahu nejen fosforu, ale i vápníku a hořčíku v zrně rozhodovaly podle našich výsledků především ročníky a stanoviště, teprve na dalších místech byly faktory hnojení a předplodina. Celkově se tedy ukázalo, že obsah minerálních prvků v zrně byl v souladu s údaji z literatury (Baier, Smetánková, 1968; Hrdlička, 1971) poměrně konstantní, ale významně se lišil podle jednotlivých stanovišť.

Zcela dominantní vliv měly podle našich výsledků podmínky stanoviště na gluten index, zatímco vliv ročníku a hnojení dusíkem byl zcela zanedbatelný. Naproti tomu obsah lepku a číslo poklesu byly z větší části funkcí meteorologických podmínek ročníku, z malé části pak stanovištních podmínek a zejména pak hnojení. Z výsledků lze tedy usuzovat, že obsah lepku, gluten index a číslo poklesu nejsou dusíkatým hnojením téměř ovlivněny, resp. obsah lepku jen minimálně. Požadovaná hodnota čísla poklesu se v různých zemích pohybuje v intervalu 220 až 250 s. V ČR je požadována hodnota 250 s, která byla v našich hodnoceních

u odrůdy Regina vždy vysoce překračována.

Z výsledků se celkově ukázalo, že o obsahu živin v zrně ozimé pšenice, tj. o nutriční jakosti, a také o technologické kvalitě rozhodují vedle odrůdy podstatně více faktory stanoviště a ročníků než ostatní hodnocení

regulovatelné faktory (hnojení, předplodina). Bylo prokázáno, že ani intenzivním hnojením nelze rozdíly v kvalitě determinované podmínkami stanoviště a počasím překrýt. Hnojení dusíkem zvyšovalo sice obsah dusíku v zrně, avšak rozdíly mezi stanovišti se překrýt nepodařilo, stejně jako vlastnosti lepku, jeho obsah a číslo poklesu.

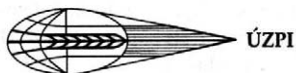
LITERATURA

- BAIER, J. – SMETÁNKOVÁ, M.: Studie vlivu podmínek výživy na tvorbu výnosu zrna a slámy žita ozimého. Rostl. Vyr., 14, 1968 (8): 773–792.
- HRDLIČKA, J.: Vyšetření prahových koncentrací dusíku a fosforu v nadzemní hmotě ozimé pšenice a jarního ječmene ve fázi květu. [Kandidátská dizertace.] Praha-Ruzyně, 1971. – VÚRV.
- HRDLIČKA, J. – BAIER, J.: Koncentrace fosforu v osivu ozimé pšenice ve vztahu k jeho biologické hodnotě. Rostl. Vyr., 19, 1973 (1): 69–73.
- PRUGAR, J.: Jakost rostlinných produktů konvenčního a ekologického zemědělství. Stud. Inform. ÚZPI, 1994 (4).
- PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š.: Kvalita pšenice. Bratislava, Příroda 1986. 224 s.
- PRUGAR, J. – VRKOČ, F.: Der Einfluss von ackerbaulichen Faktoren auf den technologischen Wert des Korns von Winterweizen. Z. Acker- Pfl.-Bau, 131, 1970: 219–225.
- VACH, M.: Působení vybraných regulovatelných faktorů na ozimou pšenici. Rostl. Vyr., 37, 1991 (9–10): 727–734.
- VACH, M. – VRKOČ, F.: Produkce plodin v osevních postupech na hnědozemní půdě ve vztahu k některým regulovatelným faktorům. Rostl. Vyr., 35, 1989 (2): 115–122.
- VRKOČ, F. – SUŠKEVIČ, M. – SKALA, J.: Podíl regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosech ozimé pšenice a ozimého ječmene. Rostl. Vyr., 36, 1990 (9): 909–917.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktní adresa:

Doc. ing. František Vrkoč, DrSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

(Slezská 7, 120 56 Praha 2, fax: 25 70 90)

vydává v roce 1995 v edici

METODIKY PRO ZAVÁDĚNÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU DO ZEMĚDĚLSKÉ PRAXE

tyto publikace:

1. Systém hubení plevelů v oblastech s narušenými plevelnými společenstvy (*Mikulka J. a kol.*)
2. Technologické postupy pro racionální pěstování jednotlivých užitkových směrů brambor (*Vokál B. a kol.*)
3. Metodika konverze podniku na ekologické zemědělství (*Petr J. a kol.*)
4. Metody použití kombinací herbicidů a hnojiv (*Mikulka J. a kol.*)
5. Hořčice (*Vašák J. a kol.*)
6. Cukrovka – úsporné technologie (*Šroller J. a kol.*)
7. Pěstování pohanky a prosa (*Petr J. a kol.*)
8. Výživa a hnojení zemědělských plodin (*Neuberg J. a kol.*)
9. Využití sonografie v reprodukci hospodářských zvířat (*Petelíková J. a kol.*)
10. Výživa dojníc v průběhu mezidobí z hlediska ekonomické efektivity výroby mléka (*Lossmann J. a kol.*)
11. Doporučené potřeby minerálních látek a jejich nové zdroje u skotu a ovcí (*Šimek M. a kol.*)
12. Alternativní využití progesteronového testu u hospodářských zvířat, zvláště u plemen skotu (*Pöschl M. a kol.*)
13. Chov masných plemen skotu (*Golda J. a kol.*)
14. Jak vyrobit kvalitní mléko (*Kratochvíl L.*)
15. Technika v postupech ochranného zpracování půdy k širokořádkovým plodinám (*Hůla J. a kol.*)
16. Malotonážní zpracování řepky olejné (*Jevič P. a kol.*)
17. Optimalizace parametrů palivové soustavy motoru při použití metylesteru řepkového oleje jako paliva (*Křepelka V. a kol.*)
18. Stanovení a ekonomické hodnocení nákladů na mechanizované práce v zemědělství (*Abrhám Z. a kol.*)
19. Snižování spotřeby energie ve sklenících (*Šrámek F.*)
20. Přirozená obnova lesa (*Vacek S. a kol.*)
21. Podsadby lesních porostů (*Vacek S. a kol.*)
22. Finanční řízení zemědělských podnikatelských subjektů (*Novák J. a kol.*)

HODNOCENÍ METODY STANOVENÍ SUŠINY OBILEK PŠENICE POMOCÍ SMĚSNÝCH VZORKŮ

EVALUATION OF THE METHOD OF WHEAT SEED DRY MATTER DETERMINATION BY MEANS OF MIXED SAMPLES

V. Škaloud, M. Manev, Z. Stehno

Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně, Czech Republic

ABSTRACT: We have compared results of dry matter determination in seeds of more wheat cultivar mixed samples weight method. Mixed samples of six cultivars were used in the amount of 5 g, in 10 min manual set up and temperature 130 °C. The results of both methods were not different. Therefore, the determination of dry matter on the analyzer MA 30 is possible to use instead of the more laborious and time-consuming weight method.

dry matter of seeds; analyzer MA 30; weight method

ABSTRAKT: Porovnali jsme výsledky stanovení sušiny v semenech směsných vzorků více odrůd pšenice na analyzátoru MA 30 Sartorius a standardní vázkovou metodou. Výsledky obou metod se nelišily. Stanovení sušiny na analyzátoru MA 30 lze proto použít namísto pracnější a časově náročnější vázkové metody u směsných vzorků při počtu šesti odrůd v navážce 5 g, režimu 10 min manuál a teplotě 130 °C.

sušina semen; analyzátor MA 30; vázková metoda

ÚVOD

Při stanovení vlhkosti semen genetických zdrojů rostlin a různých kvalitativních parametrů obilnin (např. obsahu hrubého proteinu) se standardně využívá vázková metoda pro stanovení sušiny jako výchozího údaje pro další analýzy. Vázková metoda je relativně pracná a při rozbořech velkých sérií vzorků také časově a energeticky náročná. Pro tytéž účely je výhodné použití analyzátoru vlhkosti MA 30 Sartorius, které uvedené nevýhody vázkové metody plně eliminuje, je ovšem relativně málo kapacitní.

Doba vysoušení a měření při použití analyzátoru je značně zkrácena, ale nelze souběžně měřit více než jeden vzorek. Za určitých okolností, tj. u materiálu vysoušeného na určitou standardní hodnotu vlhkosti, kdy rozdíl v úrovni sušiny jednotlivých vzorků jsou velmi malé, lze pro stanovení sušiny použít směsné vzorky více odrůd, tedy stanovit průměrnou sušinu více vzorků najednou. Standardní hodnota vlhkosti je u obilnin pšenice (Prugar, 1977; Prugar, Hraška, 1986) použitelných pro kvalitativní rozborů kolem 12 %.

U směsného vzorku byly všechny komponenty předsušeny přibližně na tuto hodnotu vlhkosti. Vzhledem k tomu, že byly po několik týdnů skladovány ve stejných podmínkách (při stejné teplotě a relativní vlhkosti), došlo k ustálení jejich vlhkosti podle vztahu

$$Me = \frac{(1 - D_o) \cdot \sqrt{K} \cdot \ln(1 - RM)}{1,1 + \frac{T}{90}} \quad (\text{Cromarty et al., 1982})$$

kde: *Me* – rovnovážná vlhkost semen (%)
RM – relativní vlhkost vzduchu (%)
T – teplota (°C)
K – konstanta pro příslušný druh semen

V tomto případě můžeme velmi dobře použít pro sériové rozborů hodnoty sušiny stanovené analyzáto-rem vlhkosti MA 30. Uvádíme srovnání stanovení obsahu sušiny klasickou vázkovou metodou a analyzáto-rem vlhkosti MA 30. Analyzátor MA 30 má široké použití: stanoví vlhkost i sušinu u všech zemědělských kulturních plodin i produktů živočišné výroby.

MATERIÁL A METODA

Pro stanovení obsahu sušiny zrna byl použit soubor 252 (náhodně vybraných) odrůd ozimé pšenice tuzemského a zahraničního původu. Měření sušiny proběhlo standardní metodou na stanovení sušiny zrna (šrotu) v sušárně (3 h při 105 °C) a analyzáto-rem vlhkosti MA 30. Postupně byly uskutečněny dva pokusy. Při prvním bylo analyzováno 144 vzorků, při druhém 108 vzorků.

Naměřené hodnoty sušiny v případě prvního pokusu se 144 vzorky byly vyhodnoceny tímto způsobem: při stanovení vázkovou metodou bylo vytvořeno osm skupin po 18 samostatných vzorcích různých odrůd (po 10 g šrotu). Na analyzátoru MA 30 (130 °C/auto – automatický režim) byl hodnocen vždy jeden směsný vzorek (5 g) sestávající se z 18 vzorků stejných odrůd jako v předchozím případě.

Druhý pokus byl realizován se 108 vzorky na MA 30 (130 °C/režim 10 min manuál). Vzorky byly rozděleny do šesti skupin po 18 vzorcích. Ve druhé variantě tohoto pokusu bylo šest skupin a v každé skupině byly tři podskupiny po šesti vzorcích. Tři vypočtené průměry sušiny zrna (šrotu), tj. 3 x 6, a celkový průměr z 18 vzorků byly porovnány se stejnými podsoubory nesměsných vzorků hodnocenými vázkovou metodou (105 °C/3 h).

Analýzátor MA 30 má vnitřní uzavřený panel, který se skládá ze dvou trubicovitých vidlic, které vyzafují infračervené záření. Tyto elementy udržují uniformní tepelné ozařování vzorku. Teplota je udržována termickými senzory. LCD display obsahuje vstupní parametry pro vysoušení vzorků, zobrazuje navážku i hmotnostní úbytek v přepočtu na sušinu nebo vlhkost (pracovní režimy – sušina, vlhkost). Navážka je s přesností 10^{-3} g; výstupní bod na interface – data printer.

Časová náročnost na provedení testu analyzátozem MA 30 Sartorius (130 °C/5 g/10 min režim auto i manuál) je malá (25 až 30 min/vzorek).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky zjištěné v prvním pokusu u sledovaného souboru 144 vzorků jsou uvedeny v tab. I. Průměrný rozdíl v hodnotách sušiny stanovených oběma metoda-

I. Srovnání hodnot sušiny stanovených vázkovou metodou a na analyzátoru MA 30 při automatickém času sušení – Comparison of dry matter values determined by weight method and on the analyzer MA 30 at automatic time of drying

Metoda ¹	Série ² (n = 18)	Průměr hodnoty sušiny ³ (%)	Rozdíl ⁴	Variační koefi- cient ⁵
MA 30 (režim ⁶ auto) 105 °C/3 h	I.	89,92 89,99	+0,07	0,06
MA 30 105 °C/3 h	II.	90,18 90,47	+0,29	0,23
MA 30 105 °C/3 h	III.	89,95 90,46	+0,51	0,40
MA 30 105 °C/3 h	IV.	89,80 90,42	+0,62	0,49
MA 30 105 °C/3 h	V.	89,12 89,33	+0,21	0,17
MA 30 105 °C/3 h	VI.	88,59 88,25	-0,34	0,27
MA 30 105 °C/3 h	VII.	86,75 87,23	+0,48	0,39
MA 30 105 °C/3 h	VIII.	87,61 87,68	+0,07	0,06
MA 30 105 °C/3 h	$\bar{x}$	88,99 89,23	+0,24	0,26

¹method, ²series, ³average of dry matter value, ⁴difference, ⁵variation coefficient, ⁶regime

mi byl 0,24 %, maximální rozdíl činil 0,62 %. Standardní vázkovou metodou byl přitom v sedmi případech z osmi stanoven větší podíl sušiny. Diference mezi oběma metodami byly neprůkazné ($t = 2,19 < 2,36$). Variabilita mezi dvojicemi měření, vyjádřená variačním koeficientem v rozsahu 0,06 až 0,49 %, byla velmi nízká. Měření na analyzátoru MA 30 tedy při automatickém časovém intervalu vysoušení mírně nadhodnocuje podíl vlhkosti v semeni. Takto vznikající rozdíly jsou však pro sériovou práci při hodnocení většího počtu vzorků velmi nízké, a proto zanedbatelné.

V druhém pokusu při nahrazení automatického nastavení doby vysoušení manuál režimem 10 min došlo při zachování velkého rozsahu směsných vzorků (tj. 18 v 5g navážce) k částečnému zvýšení diferencí mezi oběma metodami, jak ukazuje tab. II. Průměrný rozdíl byl 0,37 % a maximální 0,83 % sušiny. Stejně jako v předchozím případě použití analyzátoru MA 30 nadhodnocuje hodnoty vlhkosti semen. Variabilita mezi dvojicemi měření se rovněž zvýšila, neboť variační koeficient dosáhl hodnoty 0,06 až 0,68 %. Přesto úroveň variability zůstává velmi nízká a rovněž difference mezi měřeními uskutečněnými oběma metodami jsou neprůkazné.

Modifikace předchozího postupu s manuálním nastavením sušicího režimu, spočívající ve stanovení prů-

II. Srovnání hodnot sušiny naměřených vázkovou metodou a na analyzátoru MA 30 při regulovaném času sušení a při 18 komponentách směsného vzorku – Comparison of dry matter values obtained by weight method and on analyzer MA 30 at regulated time of drying and at 18 components of mix sample

Metoda ¹	Série ² (n = 18)	Průměr hodnoty sušiny ³ (%)	Rozdíl ⁴	Variační koefi- cient ⁵
MA 30 105 °C/3 h	$\bar{x}$	86,62 87,45 87,04	+0,83	0,68
MA 30 105 °C/3 h		86,66 87,40 87,03		
MA 30 105 °C/3 h		86,81 87,49 87,15		
MA 30 105 °C/3 h	$\bar{x}$	87,88 87,81 87,85	-0,07	0,06
MA 30 105 °C/3 h		87,72 87,82 87,77		
MA 30 105 °C/3 h		88,20 88,13 88,17		
MA 30 105 °C/3 h	$\bar{x}$	87,31 87,68 87,50	+0,37	0,34
MA 30 105 °C/3 h				
Průměr ⁷				

For 1-5 see Tab. I, ⁷average

III. Srovnání hodnot sušiny naměřených vázkovou metodou a na analyzátoru MA 30 při regulovaném času sušení a při šesti komponentách směšného vzorku – Comparison of dry matter values obtained by weight method and on analyzer MA 30 at regulated time of drying and at six components of mix sample

Metoda ¹	Série ² (n = 6)	Průměr hodnoty sušiny ³ (%)	Rozdíl ⁴	Variační koefi- cient ⁵	Metoda ¹	Série ² (n = 6)	Průměr hodnoty sušiny ³ (%)	Rozdíl ⁴	Variační koefi- cient ⁵	
MA 30 (režim ⁶ manuál) 105 °C/3 h	I.	87,06		0,51	MA 30 105 °C/3 h	I.	87,92		0,11	
	II.	87,81				II.	88,03			
	III.	87,87				III.	88,10			
	x ₁	87,58				x ₁	88,02			
	I.	87,41				I.	87,75			
	II.	87,44	-0,13	0,05		II.	87,75	-0,21	0,10	
	III.	87,49				III.	87,93			
	x ₂	87,45				x ₂	87,81			
	x _n	87,52				x _n	87,92			
				0,10					0,17	
MA 30 105 °C/3 h	I.	87,04		0,40	MA 30 105 °C/3 h	I.	87,59		0,15	
	II.	87,74				II.	87,48			
	III.	87,43				III.	87,74			
	x ₁	87,40				x ₁	87,60			
	I.	87,53				I.	87,74			
	II.	87,33	0,00	0,13		II.	87,87	+0,22	0,08	
	III.	87,34				III.	87,86			
	x ₂	87,40				x ₂	87,82			
	x _n	87,40				x _n	87,71			
			0,00	0,00					0,18	
MA 30 105 °C/3 h	I.	87,57		0,16	MA 30 105 °C/3 h	I.	88,45		0,51	
	II.	87,68				II.	87,56			
	III.	87,40				III.	87,88			
	x ₁	87,55				x ₁	87,96			
	I.	87,34				I.	88,15			
	II.	87,51	-0,06	0,17		II.	88,01	+0,17	0,12	
	III.	87,63				III.	88,22			
	x ₂	87,49				x ₂	88,13			
	x _n	87,52				x _n	88,05			
				0,05					0,14	
					MA 30	x ₁	87,69			
					105 °C/3 h	x ₂	87,68			
					Průměr ⁷	x _n	87,68	-0,01	0,13	

For 1-6 see Tab. 1. ⁷average

For 1-6 see Tab. I, ⁷ average

měru ze tří směšných vzorků, sestávajících ze šesti dílčích vzorků (šest v 5g navážce), dosáhla nejmenších rozdílů mezi oběma metodami, jak je zřejmé z tab. III.

Průměrný rozdíl zde dosáhl pouze 0,01 % vlhkosti, maximální hodnota rozdílů byla +0,22 %, resp. -0,21 %, čili méně než 0,25 % vlhkosti.

Variační koeficient dosáhl nejvyšší úrovně pouze 0,18 %, což ukazuje na velmi nízkou variabilitu mezi oběma měřeními. Navíc při použití tohoto postupu kolísá difference mezi měřeními oběma metodami v obou směrech (osciluje těsně kolem nuly), takže nelze konstatovat, že by některá z metod měla tendenci oproti druhé nadhodnocovat podíl vlhkosti semene.

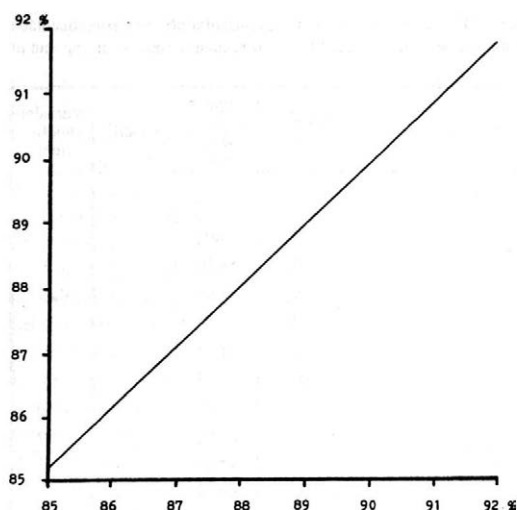
Skutečnost však zůstává, že vnitřní variabilita mezi třemi dílčími vzorky, z nichž je stanoven průměr, je při použití analyzátoru MA 30 poněkud vyšší (variační koeficient 0,11 až 0,51 %) než při použití

standardní vázkové metody (variační koeficient 0,05 až 0,17 %).

Srovnání obou metod ukázalo jejich faktickou shodu, a proto i vzájemnou zastupitelnost. Pro použití analyzátoru MA 30 jako náhrady vázkové metody v případech, kdy to charakter požadovaných analýz dovoluje, lze doporučit použití směšných vzorků s menším počtem komponent (konkrétně šest), v navážce 5 g při režimu 10 min manuál a teplotě 130 °C.

Případná korekce naměřených hodnot, i když není pro velmi malé difference téměř nutná, je proveditelná pomocí regresní rovnice $y = 5,90 + 0,933x$, znázornění jejího průběhu je uvedeno na obr. 1.

Experimentální práce byly uskutečněny za finanční podpory Grantové agentury ČR v rámci grantu reg. č. 506/93/0471.



1. Průběh lineární závislosti mezi měřením sušiny na analyzátoru MA 30 a vázkovou metodou (procento sušiny) – The pattern of linear dependence between measurement of dry matter on the analyzer MA 30 and by weight method (percentage of dry matter)

osa x: MA 30 – x axis: MA 30

osa y: vázková metoda – y axis: weight method

LITERATURA

CROMARTY, A. S. – ELLIS, E. H. – ROBERTS, E. H.: The design of seed storage facilities for genetic conservation. Int. Board Pl. Genet. Res. Řím, 1982.

PRUGAR, J. – HRAŠKA, Š.: Kvalita pšenice. Bratislava, Príroda 1986: 155–156.

PRUGAR, J.: Kvalita rostlinných produktů. Praha, SZN 1977: 47–49.

Moisture analyzer MA 30: Electronic Moisture Analyzer – Installation and Operating Instruction Sartorius. 1994.

Došlo 29. 8. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Vojtěch Š k a l o u d, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika,
tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

VÝVOJ ODRŮDOVÉ SKLADBY OZIMÉ ŘEPKY V ČR A VLIV KALIBRACE OSIVA NA VÝNOS SEMENE

THE DEVELOPMENT OF THE WINTER RAPESEED VARIETY STRUCTURE IN THE CZECH REPUBLIC AND EFFECT OF THE SEED CALIBRATION ON THE YIELD

P. Baranyk

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The time sequence of winter rapeseed yield in the years 1971 to 1994, and from 1984 to 1994, respectively, acquired in the Czech Republic by farmers, based upon the pilot variety trials of the Union of Rapeseed Growers and Processors and official variety trials of the State Institute for Agricultural Supervision and Testing (SKZÚZ) was compared and analyzed in this paper. The two-years' trials conducted with calibrated seed were established within the framework of the pilot variety trials of the Union of Rapeseed Growers and Processors in 43 localities (area of one plot was 1 to 2 hectares, winter barley was usually a forecrop, sowing rate of 5 to 6 kg of seed in agrotechnical practice, 150 kg N/ha in two to three spring doses). Certified C1 varieties (1990/1991 Darmor, 1991/1992 Ceres) served as a standard, out of which two calibrated fractions (1.8 to 2.0 mm and 2.0 to 2.2 mm) were chosen. The level of winter rapeseed yields can be changed in the period of observations – from 1971 to 1994 in the Czech Republic, but from the long-term point of view, it had a tendency to increase. Temporary apparent decrease in the yields in 1990, 1991 and 1992 affected by transformation of the Czech agriculture after 1989 finished in 1993, when yields had again a tendency to grow (Fig. 1). A very strong correlation, particularly between the yields in the pilot variety trials performed by the Union of the Rapeseed Growers and Processors, and in conditions of farmers in 1984 to 1994 (Tab. I) has been found out. Utilization of the variety-yield potential by farmers was 60 to 70% (the yield of certified varieties tested by SKZÚZ was equal to 100%), roughly 35% respectively (biological yield of the seeds is based upon the theory – 7.5 t/ha = 100%). The number of the licensed 00-varieties of winter rapeseed is growing fast, but nine of them can be considered as the best one (Fig. 3). The list of licensed varieties included 11 varieties of winter rapeseed in 1994 (Fig. 2) and it is predicted that their number will be higher in the future. The main advantage of the 00-varieties is a low content of glucosinolates (GSL), what allows a utilization of the rapeseed-exPELLERS for preparation of feed mixtures for animals. From 1990/1991 to 1993/1994 the GLS content ranged on an average from 14.25 to 21.96 $\mu\text{mol/g}$ of seed. The seed calibrated for 2.0 to 2.2 mm, in both years of investigations the yields of rapeseed per 1 hectare increased (1990/1991 by 80 kg, and in 1991/1992 by 190 kg), but they were not statistically significant (Fig. 4, Tabs IV, V). On average (weight average) of both years of investigations, the profit was + 120 kg/ha, that is 672.00 CZK at price of seed 5,600 CZK/t (1 USD = ca 28.00 CZK). The effect of calibration was reduced by lower yield of seed by their preparation. It is supposed that seed calibration – with or without chemical treatment – can be one step, moving the growth of winter rapeseed to a higher level and allows to gain even better profitability by growing this plant.

winter rape; yield; varieties; seed calibration

ABSTRAKT: Úroveň výnosů ozimé řepky ve sledovaném období 1971 až 1994 je v ČR proměnlivá, z dlouhodobého hlediska má však rostoucí tendenci. Byla nalezena velmi silná korelace mezi výnosy v poloprovozních odrůdových pokusech Systému výroby řepky a v podmínkách zemědělské praxe v letech 1984 až 1994. Využití výnosového potenciálu odrůd v praxi dosahuje 60 až 70 % (výnos povolených odrůd zkoušených SKZÚZ = 100 %). Rychle se zvyšuje počet povolených 00 odrůd ozimé řepky, přičemž žádnou nelze považovat za výrazně nejlepší. Kalibrace osiva na 2,0 až 2,2 mm zvyšuje výnosy semene ozimé řepky, ovšem statisticky nepřekážně.

ozimá řepka; výnosy; odrůdy; kalibrace osiva

ÚVOD

Odrůdy zemědělských plodin ovlivňují do značné míry jejich výnos, a proto má volba vhodné odrůdy do konkrétních pěstitelských podmínek velký význam.

Možnost výběru je však omezena sortimentem uvedeným v Listině povolených odrůd (LPO).

Nedávná situace, kdy v LPO bylo zapsáno pouze několik málo odrůd řepky – čtyři v roce 1988 (LPO, 1988) – se radikálně mění ve smyslu vytváření široké

palety povolených odrůd. Nasvědčuje tomu jak nebyvale vysoké množství materiálů ve státních odrůdových zkouškách – 40 v roce 1993/1994, tak i zásev roku 1994/1995 (Kadlec, ústní sdělení).

Za těchto okolností je stále obtížnější se dobře zorientovat v nabízené odrůdové skladbě. Kromě výsledků pokusů SKZÚZ (maloparcelní pokusy, čtyři opakování) již 11 let pomáhají při řešení tohoto úkolu poloprovozní odrůdové pokusy Systému výroby řepky (SVŘ).

Kromě vlastní odrůdy hraje důležitou roli také kvalita osiva. Je určena semenářskou a biologickou hodnotou (Železná, 1984) a u některých plodin lze považovat za vhodný faktor jejího zvýšení také kalibraci osiva (Baranyk, 1991; Svatoň, 1993). Problémy spojenými s determinací osivářské hodnoty osiva se zabývalo více autorů (Perry, 1981; Hosnedl, Říha, 1984; Hosnedl et al., 1986; Svatoň, Hosnedl, 1990).

MATERIÁL A METODA

Od založení SVŘ v roce 1983 se na vybrané síti jeho členských podniků pravidelně zakládají poloprovozní odrůdové pokusy. Děje se tak podle zásad metodiky, na jejímž vypracování se společně podíleli pracovníci SVŘ a SKZÚZ. Jejím základním principem je požadavek, aby všechny odrůdy zkoušené v pokusech byly zasety, pěstovány a sklizeny za stejných podmínek (půdních, agrotechnických, sklizňových).

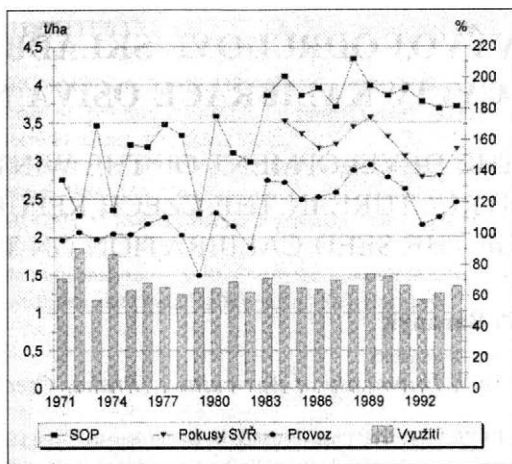
Jednotlivé body této metodiky vždy korespondovaly s aktuální verzí průběžně inovované pěstitelské technologie SVŘ (Vašák et al., 1984, 1988, 1991). Jde zejména o výběr vhodné předplodiny (nejčastěji ozimý ječmen), výsev 5 až 6 kg osiva na 1 ha v agrotechnické lhůtě pro danou oblast, hnojení 150 kg N/ha ve dvou až třech dávkách na jaře s vyloučením podzimní aplikace N, ochrana proti škůdcům. Velikost jedné pokusné parcely se zpravidla pohybovala mezi 1 až 2 ha.

Osivo pro pokusy s kalibrací bylo připraveno ve spolupráci s Osevou. Jako kontrola sloužilo uznané osivo ve stupni OR (1990/1991 Darmor, 1991/1992 Ceres), z něhož byly vytříhány dvě velikostní frakce, a to 1,8 až 2,0 mm a 2,0 až 2,2 mm.

V práci byly dále použity a analyzovány údaje z Listin povolených odrůd 1983 až 1994.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnosy ozimé řepky v ČR mají sice z dlouhodobého hlediska rostoucí tendenci, ovšem v některých konkrétních časových úsecích tato skutečnost neplatí. Jde zejména o ročníky 1979 až 1982, v nichž byla řepka postižena silnými mrazy v zimním období. Velká část takto poškozených, ale přesto až ke sklizni dovedených porostů potom způsobila výraznou výnosovou depresi, zcela vybočující z časové řady výnosů (obr. 1).



1. Úroveň a vývoj výnosů ozimé řepky ve SOP, v poloprovozních odrůdových pokusech SVŘ a v provozu a využití výnosového potenciálu pěstovaných odrůd v praxi – Level and development of winter rapeseed yields in state variety trials, in pilot variety trials of the system of rapeseed production and in operation and the use of yield potential of grown varieties in practice

osa y (vpravo): procentuální využití výnosového potenciálu v praxi – y axis (right): percentage of use of yield potential in practice
osa y (vlevo): výnos – y axis (left): yield
SOP – state variety trials
pokusy SVŘ – trials in the system of rapeseed production
provoz – farm-scale
využití – use

Další nápadnou odchylkou je sestupný výnosový trend let 1990 až 1992, způsobený nikoli přírodními podmínkami či nevhodnou odrůdovou skladbou, nýbrž neuspokojivou ekonomickou situací a problémy, souvisejícími s transformací našeho zemědělství po roce 1989. Nápadný je však zlom, který nastal v roce 1993, po němž mají výnosy opět vzestupnou tendenci.

Tyto popsané skutečnosti platí jak pro kolísání výnosové hladiny běžných pěstitelských ploch (provoz) a státních odrůdových pokusů (SOP), tak (od roku 1984) poloprovozních odrůdových pokusů SVŘ. Dokumentuje to statistická analýza uvedená v tab. I, kde zejména korelace mezi výsledky pokusů SVŘ a výnosy na provozních plochách je velmi silná ($k = 0,88$).

I. Korelace mezi hladinami výnosů ozimé řepky ve SOP, pokusech SVŘ a na provozních plochách v ČR v období let 1971 až 1994 (SVŘ od roku 1984) – Correlation between levels of winter rapeseed yields in the state variety and farm-scale fields in the Czech Republic in the years 1971 to 1994 (the system of rapeseed production since 1984)

	SOP	Pokusy SVŘ	Provoz
SOP ¹	1		
Pokusy SVŘ ²	0,63	1	
Provoz ³	0,83	0,88	1

¹state variety trials, ²trials in the system of rapeseed production, ³farm-scale

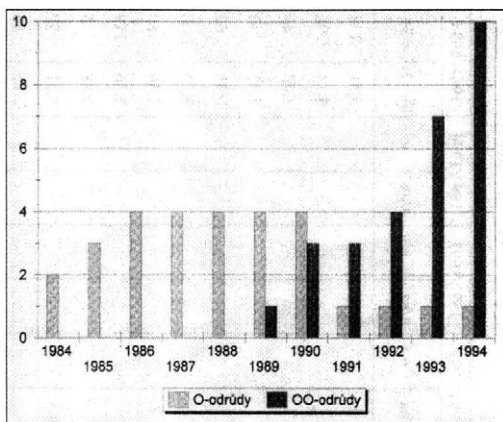
Pokud považujeme výnosy dosažené v SOP v podmínkách relativně dokonalé péče SKZÚZ za 100 %, praktické využití tohoto potenciálu v běžné zemědělské praxi se pohybuje pouze mezi 60 až 70 % (obr. 1).

Biologický výnos nehybridních řepky se pohybuje teoreticky na úrovni cca 7,5 t/ha (V a š á k et al., 1984). Z tohoto hlediska lze považovat opravdové využití genetického potenciálu současných odrůd v praxi v průměru ČR pouze cca 35 % za velmi slabé a nedostačné. Ukazuje to na velké rezervy, přestože na první pohled se zdá, že technologie pěstování ozimé řepky je dokonale propracovaná.

Výnosová úroveň jednotlivých ročníků je do značné míry ovlivněna odrůdami, které se v těchto letech převážně pěstovaly. Sortiment povolených odrůd v období 1984 až 1994, zprvu velmi chudý (v roce 1984 pouze dvě povolené odrůdy ozimé řepky, jak uvádí tab. II), se rozšířil v roce 1994 již na 11 odrůd (LPO, 1994) a lze očekávat další rychlý nárůst.

Vývoj v této oblasti však zaznamenává nejen kvantitativní změny, ale podstatně se mění též kvalita. Od roku 1989 totiž nastupuje generace 00 odrůd, která v současnosti prakticky výlučně ovládá trh s osivem v ČR (obr. 2). Jejich hlavní předností je nízký obsah glukosinolatů (GSL), který umožňuje využití řepkových extrahovaných šrotů při přípravě krmných směsí pro hospodářská zvířata. V letech 1990/1991 až 1993/1994 se pohyboval obsah GSL u osiva v průměru mezi 14,25 až 21,96 $\mu\text{mol/g}$ semene (Z u k a l o v á, 1993).

V poloprodučních odrůdových pokusech SVŘ se během 11 let jejich zakládání a vyhodnocování vystřídal 39 odrůd ozimé řepky (tab. III). Některé z nich byly zkoušeny a zkušenosti s jejich pěstováním získávány i s předstihem proti oficiálnímu zkoušení SKZÚZ, což se kladně projevilo při jejich zavádění do praxe.



2. Zastoupení 0 a 00 odrůd ozimé řepky v LPO v letech 1984 až 1994 – Proportion of 0 and 00 varieties of winter rapeseed in the List of Certified Varieties in the years 1984 to 1994

osa y: počet odrůd – y axis: number of varieties
odrůdy – varieties

Na obr. 3 jsou zachyceny výnosové parametry a trvanlivost odrůd, které byly zkoušeny v SVŘ tři a více let na nejméně pěti stanovištích v každém z pokusných let. Pro porovnání je uvedeno též kolísání výnosové hladiny v SOP SKZÚZ.

Nápadná je vysoká vyrovnanost a minimální rozptýlení mezi výnosy odrůd zkoušených v letech 1993 a 1994, což svědčí o vysoké kvalitě a srovnatelných parametrech současných odrůd a potvrzuje domněnku, že neexistuje jedna výrazně nejlepší odrůda, nýbrž že na trhu je k dispozici několik velmi dobrých odrůd, z nichž každá nachází své uplatnění v určitých pěstitelských podmínkách.

II. Přehled odrůd ozimé řepky povolených v letech 1984 až 1994 – Survey of winter rapeseed varieties certified in the years 1984 to 1994

Odrůda ¹	Typ ²	Firma ³	Země ⁴	Rok povolení ⁵	Zapsána v LPO v roce ⁶										
					1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Jet Neuf	0	Ringot	Francie	1980	x	x	x	x	x	x	x				
Silesia	0	VSO Opava	ČR	1983	x	x	x	x	x	x	x				
Belinda	0	Semundo	SRN	1985		x	x	x	x	x	x				
Solida	0	ŠS Slapy	ČR	1986			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Darmor	00	Serasem	Francie	1989						x	x	x	x	x	x
Sonáta	00	VSO Opava	ČR	1990							x	x	x	x	x
Ceres	00	Lembke	SRN	1990							x	x	x	x	x
Arabella	00	Semundo	SRN	1992									x	x	x
Aglona	00	VÚO Opava	ČR	1993										x	x
Falcon	00	Lembke	SRN	1993										x	x
Libravo	00	DSV Lippstadt	SRN	1993										x	x
Lirajet	00	DSV Lippstadt	SRN	1994											x
Olymp	00	Lembke	SRN	1994											x
Zeus	00	Lembke	SRN	1994											x

¹variety, ²type, ³company, ⁴country, ⁵year of licence, ⁶registered in the List of Certified Varieties in the year

III. Vývoj odrůdové skladby a dosahovaných výnosů v poloprovozních odrůdových pokusech SVŘ v letech 1984 až 1994 – Development of variety structure and yields achieved in pilot variety trials of the system of rapeseed production in the years 1984 to 1994

Odrůda ¹	Přívod ² l)	Typ ³	1983/1984		1984/1985		1985/1986		1986/1987		1987/1988		1988/1989		1989/1990		1990/1991		1991/1992		1992/1993		1993/1994		1984–1994	
			t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha	n	t/ha 2)	n 3)
Jet Neuf	F	0	3,70	22	3,35	23	3,39	32	3,34	25	3,73	25	3,82	9	3,33	2									3,51	138
Silesia	CZ	0	3,39	22	3,28	23	2,99	32	3,10	19															3,14	96
Herkules	S	0	3,45	22	3,41	23																			3,43	45
Emil	S	0	3,43	22	3,31	23																			3,37	45
Tandem	F	00	3,59	21	3,25	9	3,15	32																	3,31	62
Belinda	D	0			3,62	9	3,21	32	3,20	19															3,27	60
Solida	CZ	0					2,68	4	3,26	19	3,51	22	3,77	24	3,36	20									3,46	89
Darmor	F	00					2,77	4	3,26	9	3,50	24	3,72	26	3,34	28	3,03	28							3,36	119
Jantar	P	00							2,88	5															2,88	5
Rubín	D	00							3,13	5	3,34	25	3,48	22	3,16	25									3,31	77
SL-502	CZ	00									3,15	19	3,33	24	3,23	1									3,25	43
OP-08 (Sonáta)	CZ	00									3,22	11	3,48	24	3,01	27	3,03	28	2,63	18					3,08	108
Ceres	D	00											3,59	17	3,35	28	3,08	31	2,87	23	2,73	25	3,11	29	3,10	153
SL-506	CZ	00											3,44	25											3,44	25
S-004	F	00											3,55	7	3,54	2									3,55	9
Libravo	D	00											3,60	4	3,62	7	3,02	12	2,66	9					3,12	32
Lirabon	D	00											3,51	4	3,44	7									3,47	11
Liborius	D	00													3,47	7									3,47	7
Diadem	D	00													3,32	7									3,32	7
Falcon	D	00													3,64	7	3,01	31	2,92	15	2,82	8	3,19	29	3,09	90
Bolko	P	00													3,77	5									3,77	5
Arabella	D	00													3,13	4									3,13	4
SL-509	CZ	00													3,25	10									3,25	10
Lirajet	D	00															3,38	6	2,94	14	2,90	25	3,32	28	3,11	73
Liberator	D	00															3,17	7	2,65	8					2,89	15
Idol	F	00															3,14	7	2,93	25	2,78	25	3,15	23	2,97	80
Zeus	D	00															3,08	7	2,37	8	2,68	25	3,20	20	2,86	60

Kalibrace osiva ozimé řepky

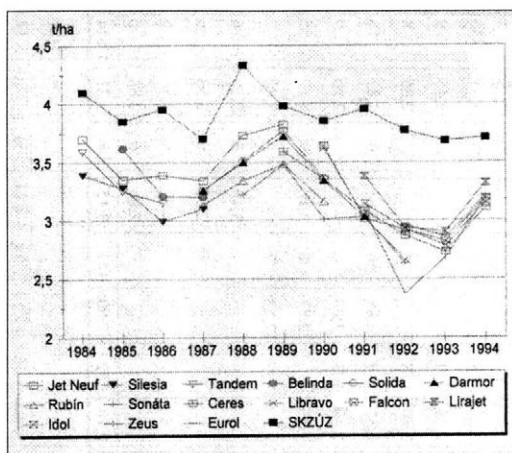
Bez ohledu na odrůdu se osivo řepky často vyznačuje proměnlivou kvalitou, která závisí především na ročníku a způsobu ošetřování porostu. Především průběh počasí během dozrávání ovlivňuje fyziologické procesy tvorby semene, jeho velikost a HTS (Baranýk, 1992).

V odrůdových pokusech SVŘ jsme proto po dva roky zkoušeli také vliv kalibrace osiva na výnos semene ozimé řepky (tab. IV a obr. 4). V obou letech se kalibrace kladně projevila na zvýšení hektarového výnosu. Porovnáme-li efekt varianty 2,0 až 2,2 mm oproti neupravené kontrole, bylo tímto jednoduchým opatřením dosaženo o 80 kg (1991), resp. o 190 kg (1992) vyšších výnosů z 1 ha. V průměru obou sledovaných let (vážený průměr) jde o přínos 120 kg/ha, tj. při ceně 5 600 Kč/t semene o 672 Kč (1 USD = ca 28 Kč).

Lze diskutovat o tom, zda je tento efekt dostatečný a zde je rozumné kalibraci provádět. Statistická analýza i z hlediska výsledků nejvýraznějšího roku 1991/1992 totiž jednoznačně poukazuje na neprůkazný rozdíl mezi dosaženými výnosy (tab. V).

Z vědeckého hlediska neprůkazné rozdíly však z pohledu praxe znamenají (teoreticky, bez započtení vícenákladů na kalibraci osiva) dodatečný výše uvedený zisk 672 Kč z 1 ha, což v nynější pragmatické době představuje nezanedbatelných 33 tis. Kč ze zcela běžné plochy řepky o velikosti 50 ha navíc.

Lze souhlasit s některými názory (Svatý, 1993) v tom, že efektivnost procesu kalibrace je snižována menší výtežností takto upraveného osiva, ovšem přesto



3. Výnosové parametry a trvanlivost odrůd zkoušených v SVŘ tři a více let na nejméně pěti stanovištích v každém roce zkoušení – Yield parameters and durability of varieties tested in the system of rapeseed production for three and more years at five sites at least in each year of testing

osa y: výnos – y axis: yield

SKZÚZ = průměrné výnosy povolených odrůd – State Institute for Agricultural Supervision and Testing = average yields of certified varieties

se domníváme, že kalibrace osiva (ať již v kombinaci s mořením či samostatně) by se mohla stát opatřením posunujícím pěstování ozimé řepky na vyšší úroveň a umožňujícím dosahovat ještě lepší rentability při pěstování této plodiny.

IV. Vliv kalibrace na výnos semene ozimé řepky (t/ha) – The effect of calibration on the winter rapeseed yield (t/ha)

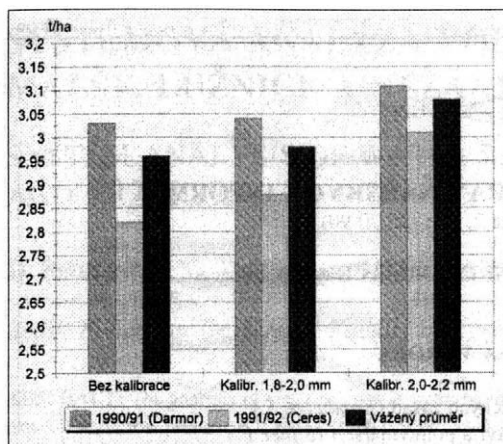
	A. Bez kalibrace ¹	B. Kalibrace ² 1,8–2,0 mm	C. Kalibrace 2,0–2,2 mm	Rozdíl ³ B-A (kg/ha)	Rozdíl C-A (kg/ha)	n
1990/1991 (Darmor)	3,03	3,04	3,11	10	80	28
1991/1992 (Ceres)	2,82	2,88	3,01	60	190	15
Vážený průměr ⁴	2,96	2,98	3,08	20	120	43

¹without calibration, ²calibration, ³difference, ⁴weighted mean

V. Statistické hodnocení vlivu kalibrace na výnos semene ozimé řepky (SVŘ 1992) – Statistical evaluation of the effect of calibration on the winter rapeseed production (the system of rapeseed production)

Analýza rozptylu ¹ : jednoduchého třídění ²						
Souhrn ³						
Skupiny ⁴	Počet ⁵	Celkem ⁶		Průměr ⁷	Variance ⁸	
Ceres standard	15	42,24		2,816	0,2724543	
Ceres 1,8–2,0 mm	15	43,2		2,88	0,3051429	
Ceres 2,0–2,2 mm	15	45,1		3,0066667	0,2186952	
Zdroj variance ⁹	SS	df	MS	F	P	F-crit
Mezi skupinami ¹⁰	0,2824711	2	0,1412356	0,5320994	0,5912774	3,2199423
V rámci skupin ¹¹	11,148093	42	0,2654308			
Celkem ⁶	11,430564	44				

¹analysis of variance, ²one way, ³summary, ⁴groups, ⁵count, ⁶sum, ⁷average, ⁸variance, ⁹source of variation, ¹⁰between groups, ¹¹within groups



4. Vliv kalibrace osiva na výnos semene ozimé řepky – The effect of seed calibration on the winter rapeseed yield

výnos – yield
 bez kalibrace – without calibration
 kalibrace – calibration
 vážený průměr – weighted mean

LITERATURA

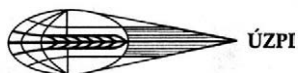
- BARANYK, P.: Vliv kalibrace osiva na produktivitu řepky ozimé. In: Sbor. Systém výroby řepky, Velká Bystřice, 1991: 91–94.
 BARANYK, P.: Vliv kalibrace osiva na některé vlastnosti porostů řepky ozimé. In: Sbor. Systém výroby řepky, Velká Bystřice, 1992: 116–119.

- HOSNEDL, V.: Modifikace semenářské a biologické hodnoty osiva. In: Sbor. Vys. šk. zeměd. Osivo a sadba, Praha, 1993: 37–48.
 HOSNEDL, V. – BĚHAL, J. – ČINGLOVÁ, O.: Semenářská hodnota a polní vzházivost osiva hrachu různé provenience. In: Sbor. Vys. šk. zeměd. Řada A, Praha, 1986 (44): 193–206.
 HOSNEDL, V. – ŘÍHA, J.: Podíl osiva na tvorbě hospodářského výnosu hrachu. Rostl. Výr., 37, 1991 (8): 817–824.
 PERRY, D.: Handbook of vigour test method. Zurich, ISTA 1981. 173 s.
 SVATONĚ, F.: Vliv provenience a velikosti semene na biologickou hodnotu osiva ozimé řepky. Rostl. Výr., 36, 1990 (3): 249–253.
 SVATONĚ, F.: Semenářská kvalita a výnos ozimé řepky ve vztahu k velikosti osiva. Rostl. Výr., 39, 1993 (5): 395–400.
 VAŠÁK, J. – FÁBRY, A. a kol.: Systém výroby řepky – přehledná technologie. Praha, 1991. 70 s.
 VAŠÁK, J. – FÁBRY, A. – ZUKALOVÁ, H. a kol.: Systém výroby řepky. Praha, 1984. 139 s.
 VAŠÁK a kol.: Systém výroby řepky – metodika československé pěstitelské technologie ozimé řepky na období 1988–1990. Praha, 1988. 215 s.
 ZUKALOVÁ, H.: Kvalita osiva 00 ozimé řepky pro osev roku 1993/1994. In: Sbor. Systém výroby řepky, Velká Bystřice, 1993: 123–128.
 ŽELEZNÁ, A.: Kvalita osiva jako intenzifikační faktor rostlinné výroby. Stud. Inform. ÚVTIZ, Rostl. Výr., 30, 1984 (5): 52.

Došlo 4. 11. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Petr Baranyk, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 25 44, fax: 02/34 44 18



ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

(Slezská 7, 120 56 Praha 2, fax: 25 70 90)

vydává v roce 1995 v edici **STUDIJNÍ INFORMACE** tyto publikace:

Řada **ROSTLINNÁ VÝROBA**

Ekonomika pěstování hlavních plodin podle ekologických zásad (*Komberec S.*)
Synantropní zavíječi – významní škůdci v zemědělství a potravinářství (*Šifner F.*)
Vliv agrotechniky na obsah dusičnanů v zelenině (*Prugar J. – Hadačová V.*)
Nové poznatky o pěstování sadbových brambor (*Břečka J. – Vokál B.*)
Formulace pesticidů – přehled a trendy (*Okrouhlá M.*)

Řada **ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA**

Kulhavost skotu (*Schneiderová P.*)
Chov pštrosů jako nové odvětví drůbežnictví (*Snížek J.*)
Krmivářské suroviny (*Splítek M.*)
Výkrm skotu do nižší hmotnosti (*Krása A.*)
Problematika odchovu telat (*Motyčka J.*)

Řada **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA A STAVBY**

Optimální stájové a chovné prostředí pro skot (*Doležal O.*)
Hodnocení staveb z hlediska OŽP v EU a v České republice (*Konopásek V.*)
Technologie přípravy paliva z biomasy (*Sladký V. a kol.*)

SYSTÉMOVÁ ANALÝZA VODNÍ BILANCE POVODÍ MALŠE, LUŽNICE A NEŽÁRKY

SYSTEM ANALYSIS OF WATER BALANCE OF THE MALŠE, LUŽNICE AND NEŽÁRKA WATER BASINS

D. Sedláková, M. Doktorová, M. Šindelářová

South Bohemian University, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: The analysis of water balance in water basins of the rivers Malše, Lužnice and Nežárka in ten-year intervals over 50 years was presented. It was presupposed that comparison of three different water basins will allow us to understand the natural laws of landscape area and on its basis to derive rational measures for regulating its water regime. The results of analysis of water balance showed that the overall evaporation ranged from 60% of the total sum of precipitation of three water basins. The rest falls to the total runoff reserve given by the sum of runoff and dynamic quantities of groundwaters. The comparison of three components within the given time showed considerable differences between three water basins: that of the Malše was characterized by a notable decrease in precipitation (11%), that of the Lužnice only 3%, while in the Nežárka water basin the sum of precipitation increased slightly (1.3%). In the water basin of the Malše and Lužnice rivers, within the given time, the amount of evaporation, surface runoff, and dynamic components of groundwater decreased. Especially interesting is the decrease in the amount of groundwater in the Malše water basin (by 30%). In the Nežárka water basin the trend was opposite, towards the increased amount of evaporation and also higher reserves of groundwaters. In order to establish the reasons of the groundwater reserve another two factors were considered: the forest percentage and slope of water basins. The forest percentage did not prove any relationship to changes in the groundwater reserves, nor to the values of variance coefficient. Forests are randomly distributed in the water basins without any relationship to hydrological conditions and geomorphology of the territory. The total slope of water basins was determined by the strip-point method (Kudrna, 1993a). It has been confirmed that the groundwater reserve decreases with the growing slope of water basins, i.e. with speed of runoff. That is why the Nežárka water basin with the smallest slope runs off water slowly and the time of infiltration increases even at comparatively low percentage of forests. Runoff conditions on the Lužnice river and particularly on the Malše, on the contrary, develop adversely and regulatory measures which were designed in the form of discharge troughs, wide anti-runoff zones, dry retention reservoirs, and reforestation of areas damaged by erosion, are required. The assessment of analysis of water balance of all water basins has been convincingly proved by Kudrna (1993b) that the agroforestry system is a key regulator of water regime of water basins, as its territorial and internal structure determine the ratio between different components of water balance and hence stabilize the development of the complete landscape area.

water balance; system analysis; protection of water basins; reforestation; Římov water basin

ABSTRAKT: Byla provedena analýza vodní bilance tří povodí Malše, Lužnice a Nežárky v časovém intervalu 50 let (1931–1940 a 1981–1990). Výsledky ukázaly, že celkový výpar se na všech povodích v obou časových obdobích pohyboval kolem 60 % z celkového objemu atmosférických srážek, zbytek připadá na celkovou odtokovou rezervu. Při porovnání jednotlivých složek vodní bilance v intervalu 50 let vykazují hodnocená povodí podstatné změny. Na povodí Malše i Lužnice se snížil celkový objem srážek, výpar, odtok a poklesla i zásoba podzemních vod. Zvláště významný je pokles zásoby podzemních vod na Malši o 30 %. Na povodí Nežárky se naopak mírně zvýšily srážky a výpar, zásoba podzemních vod vzrostla dokonce o 35 %. Výsledkem analýzy je též zjištění, že současné rozmístění lesů je převážně náhodné, bez vztahu ke geomorfologii a hydrologickým podmínkám povodí. S rostoucím sklonem povodí stoupá i význam zalesnění, přičemž svazitost musí respektovat i tvar lesa a jeho obnova. Povodí Nežárky s nejmenším sklonem odvádí vodu pomalu a zvětšuje se tak doba infiltrace i při poměrně nízkém zastoupení lesů. Odtokové poměry na Lužnici a především na Malši se naopak vyvíjejí nepříznivě a vyžadují regulační opatření. Řešení uvedených problémů může přinést pouze systémový přístup, kdy celé povodí chápeme jako jedinou složitou dynamickou soustavu. Úlohu regulátoru vodní bilance pak musí plnit teritoriální a vnitřní struktura zemědělsko-lesních soustav, které jsou jediným racionálním prostředkem pro nápravu důsledků porušení rovnováhy vodní bilance povodí a stability krajinného prostoru (Kudrna, 1993a, b).

vodní bilance; systémová analýza; ochrana povodí; vodní nádrž Římov; zalesnění

V předloženém příspěvku jsme se nekonvenčním způsobem pokusili řešit problém vodní bilance na pravém břehu horní a střední Vltavy – na povodí vodních toků Malše, Lužnice a Nežárky. Předpokládali jsme, že porovnání tří různých povodí a jejich změn v časovém intervalu 50 let nám dovolí pochopit zákony vývoje krajinného prostoru a na tomto základě odvodit i racionální opatření pro regulaci jeho vodního režimu.

Voda je v krajině médiem, v němž se odráží veškerá činnost člověka. Protože zemědělství a lesní hospodářství je největším regulátorem vodního režimu, bude záležet na jejich činnosti, jak se bude utvářet vodní bilance krajinného prostoru. Řešení tohoto problému spočívá v hlubokých systémových analýzách (Kudrna, 1985, 1986, 1993a, b), ze kterých vyplynula nutnost důsledné delimitace půdního fondu a změna teritoriální a vnitřní struktury zemědělsko-lesních soustav na povodích. Přitom ekologické problémy je nutné nadřadit všem technologiím a všem ostatním opatřením (Kudrna, 1993a, b). Příspěvek je součástí výzkumného úkolu P-180, jehož cílem je návrh systému hospodaření na povodí horního toku Lužnice.

MATERIÁL A METODA

Klimatické charakteristiky a prvky vodní bilance

Základní pozornost jsme soustředili na prvky vodní bilance podle rovnice

$$h_s = h_{sev} + h_{so} + h_{sp}$$

kde: h_s – celkové množství vody (srážky) [mm]
 h_{sev} – celkový výpar (evapotranspirace) [mm]
 h_{sp} – podzemní voda (její pohyblivá složka) [mm]

V bilanci jsme v některých případech použili pojmu celková odtoková rezervá, tj. množství vody, které jednak odtéká, jednak zůstává v povodí:

$$\Sigma h_{so} = h_{sp} + h_{so}$$

Množství a rozložení srážek a teplot jsme stanovili z údajů meteorologických stanic ČHMÚ pro zájmovou oblast (přibližně 30 stanic pro povodí Lužnice, 9 pro povodí Nežárky a 13 pro povodí Malše) v časových řadách 1931–1940 a 1981–1990. Údaje jsme přepočítali metodou čtverců na plochu zájmového území, takže byl získán obraz o meteorologické situaci pro každý měsíc v průběhu sledovaných dvou desetiletí s odstupem 50 roků. Hodnoty odtoku byly stanoveny z údajů průtoků všech tří vodních toků podle limnigrafických údajů vodohospodářské služby ČHMÚ.

Z průtoků jsme pak vypočítali skutečný odtok z povodí, a protože byl vypočítán objem vody na celkový výpar (evapotranspiraci), byla dána možnost stanovit množství vody, která zůstala jako změna zásoby podzemních vod v povodí.

Celkový výpar byl stanoven metodou B. V. Poljakova (Poljakov, 1946), založenou na vztahu srážek

a teplot v jednotlivých zeměpisných šířkách, a metodou M. I. Budyka (Budyko, Drozdov, 1950; Budyko, 1955), založenou na principu radiační bilance. První metodu jsme použili pro stanovení výparu v jednotlivých měsících, druhou pak pro kontrolu celoročního výparu. Za tímto účelem jsme pak využili čáry radiační bilance pro 49. stupeň s. š. (povodí Malše) pro 138,164 W.cm⁻².rok⁻¹ (Kudrna, 1993a). Metody jsme kromě toho ověřili i výparem z vodní hladiny (Váša, 1985). Reakci povodí na přívalové srážky jsme pak stanovili pomocí koeficientu variace C_v zásob podzemních vod statistickým výpočtem:

$$C_v = \sqrt{\frac{k-1}{n-1}}$$

kde: $\frac{Q_i}{Q_o} = k$

Q_i – naměřená hodnota h_{sp}
 Q_o – průměrná hodnota řady
 n – počet roků

Vodní bilance byla stanovena i po jednotlivých měsících pro abnormálně vlhké a abnormálně suché roky. Zvláštní pozornost byla pak věnována vlivu lesnatosti na vodní bilanci.

Základní charakteristiky analyzovaných povodí

Charakteristika analyzovaných povodí vyplývá z generalizovaného schématu (obr. 1).

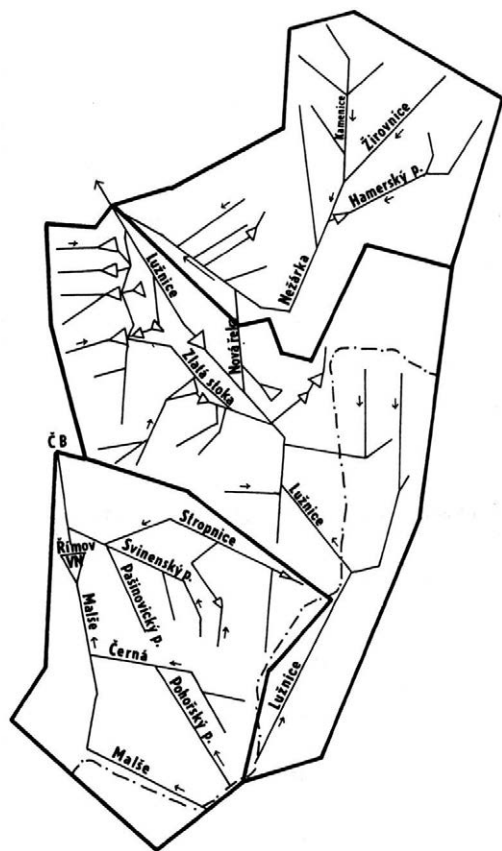
Povodí Malše:

Plocha povodí je 979 km², délka toku 91,7 km, z toho 66,9 km v ČR. Průměrný průtok činí 6,92 m³.s⁻¹. Hlavními přítoky jsou Černá (plocha povodí 148 km², průměrný průtok 1,71 m³.s⁻¹) a Stropnice (plocha povodí 397 km², průměrný průtok 2,47 m³.s⁻¹). V letech 1974–1979 byla vybudována vodní nádrž Římov se zásobním objemem 30,58 mil. m³ pro zásobování obyvatelstva jižních Čech pitnou vodou.

Zalesněnost povodí Malše v ČR je 33,3 % (288,7 km²). Povodí má poměr P/L^2 0,12, Černá 0,16; má tedy protáhlý tvar (P – plocha, L – délka). Převýšení toku je 519 m, relativní sklon 5,66 promile. V pramenní oblasti na rakouském území činí sklon toku 24,1 promile, od státní hranice postupně klesá. V povodí Malše je několik rybníčních soustav s celkovým počtem 641 rybníků, jejichž zatopená plocha činí 1 174 ha a objem 12,3 mil. m³ vody.

Klimaticky spadá plocha povodí do oblastí mírně teplé, mírně vlhké a ve vyšších nadmořských výškách na jihu až velmi vlhké. Roční srážkový úhrn ve sledovaných obdobích činil: v desetiletí 1931–1940 724,8 mm, v desetiletí 1981–1990 644,9 mm.

Malše protéká téměř výhradně oblastí krystalinika (žulovými, rulovými a svorovými masivy). Břehy jsou příkré, protože se koryto zařizlo do tvrdého podkladu. Pouze nad Římovem zasahuje do toku část terciérní pánve Budějovické s aluviálními náplavami a neogenní písky.



1. Generalizované schéma povodí Malše, horní Lužnice a Nežárky – Generalized diagram of the Malše water basin, upper reaches of the Lužnice and Nežárky rivers

- rozvodnice – watershed divide
- - - státní hranice – state boundaries
- vodní toky – water courses
- ▷ rybníční nádrž – pond reservoir
- ▷ VN vodní nádrž – water reservoir

Povodí Lužnice a Nežárky:

Plocha povodí Lužnice je 3 216 km², délka toku 122,6 km. Průměrný průtok činí 23,45 m³.s⁻¹. Největším přítokem je Nežárka se sběrnou plochou o velikosti 1 011 km², při délce toku 85,5 km a s průměrným průtokem 12,2 m³.s⁻¹.

Zalesněnost povodí Lužnice k ústí Nežárky dosahuje hodnoty 40,6 % (436,2 km²), od Nežárky k ústí Vltavy 27,0 % (405,1 km²). Zalesněnost povodí Nežárky je celkově nižší a představuje 28,8 % území (272,5 km²). Pro oba toky je charakteristické značné kolísání průtoků.

Povodí Lužnice má 2 700 rybníčních nádrží, jejichž celková plocha je větší než 100 km² s objemem 120 mil. m³ vody. Říční soustava Lužnice a Nežárky představuje unikátní systém vytvořený počátkem 16. století s řadou umělých hrází a s dvěma umělými ko-

ryty – Zlatou stokou a Novou řekou (13,4 km), která převádí vodu z povodí Lužnice do povodí Nežárky. Snížením průtoku vody v Lužnici chrání Nová řeka hráze největší vodní nádrže Rožmberku (490 ha). Zlatá stoka (43 km) protéká soustavou rybníků a přebírá vodu z odvodňovacích kanálů rybníčních nádrží.

Klimaticky zasahuje území oblast mírně teplá a mírně vlhká. Roční srážkový úhrn ve sledovaných obdobích činil pro povodí Lužnice pro období 1931–1940 665,7 mm a pro období 1981–1990 643,6 mm, pro povodí Nežárky pro období 1931–1940 682,9 mm a pro období 1981–1990 691,8 mm. Třeboňskou pánev vyplňují druhohorní a třetihorní sedimenty, které na východě a západě povodí přecházejí ve vyvělelé horniny molanubického plutonu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky výpočtu vodní bilance povodí Lužnice, Nežárky a Malše s uvedením celkového objemu regulované vody na povodích včetně objemového vyjádření jednotlivých položek v m³ uvádí tab. I.

Výsledky jednoznačně prokazují, že celkový výpar (evapotranspirace) se na všech povodích pohybuje kolem 60 % (59,0–63,4 %). Ostatní složky vodní bilance se u jednotlivých povodí podstatně liší. Při porovnání bilančních položek v prvním (1931–1940) a druhém (1981–1990) desetiletí vykazují hodnocená povodí změny (tab. II).

Vyhodnocení uvedených výsledků dokumentuje především podstatné snížení srážek na Malši (o 11 %), méně výrazné na Lužnici (o 3 %), zatímco na Nežárce se objem srážek mírně zvýšil (o 1,3 %). Příčiny tohoto stavu zatím nelze určit. Jejich stanovení vyžaduje geofyzikální analýzu jiných horských a nížinných oblastí.

Na povodí Malše a Lužnice se za uvedené 50leté období snížil objem celkového výparu, povrchového odtoku i pohyblivé složky zásoby podzemních vod. Zvláště významný je pokles zásoby podzemních vod na Malši (o 30 %). Na povodí Nežárky je trend opačný se zvýšením hodnot výparu a zásoby podzemních vod (o 3 a 35 %). V případě Malše a Lužnice to představuje působení určitých negativních a v případě Nežárky pozitivních faktorů na povodí, jejichž konkretizace si vyžádá další podrobnější analýzy. V současné době nebylo zatím možné analyzovat změny vnitřní ani teritoriální struktury na uvedených povodích, aby bylo možné alespoň přibližně stanovit skutečné příčiny tohoto stavu. V litorálech některých rybníčních vodních nádrží jsme např. museli přistoupit k návrhu biologického odvodnění a omezit vliv zátopové oblasti při příválových deštích. Řešení tohoto problému bylo v první části úkolu koncipováno na západní části povodí Lužnice a v rybníčních vodních nádržích Horusické, Bošilecké, Zábalské a Dvořiště.

Výsledky vodní bilance ukazují, že ztráta vody v důsledku snížení celkového objemu atmosférických srážek při současném snížení teploty vzduchu (o 0,186 °C, tj.

Povodí ¹	Jednotka ²	Průměr období ³							
		1931–1940				1981–1990			
		h_s	h_{sev}	h_{so}	h_{sp}	h_s	h_{sev}	h_{so}	h_{sp}
Lužnice	mm	665,5	401,5	169,6	94,4	643,6	397,2	159,8	86,6
	mil. m ³	2 813,6	1 697,5	716,7	399,52	721,1	1 679,3	655,7	366,1
	%	100,0	60,3	25,5	14,2	100,0	61,7	24,8	13,5
Nežárka	mm	683,0	403,2	223,6	56,2	691,9	445,5	200,5	75,9
	mil. m ³	691,0	408,0	226,1	57,0	700,1	420,4	202,8	77,0
	%	100,0	59,0	32,8	8,2	100,0	60,0	28,9	11,1
Malše	mm	724,8	442,9	242,1	39,8	645,0	408,8	208,3	27,9
	mil. m ³	709,6	433,6	237,0	39,0	631,4	400,3	204,0	27,1
	%	100,0	61,1	33,4	5,5	100,0	63,4	32,3	4,3

¹water basin, ²unit, ³average for the period

II. Změny vodní bilance na povodí po 50 letech (výchozí stav 1931–1940) – Changes in water balance after 50 years (initial state 1931–1940)

Povodí ¹	h_s	h_{sev}	h_{so}	h_{sp}
	odchylky ² (mm)			
Lužnice	-21,9	-4,3	-9,75	-7,84
Nežárka	+8,9	+12,3	-23,1	+19,75
Malše	-79,8	-34,1	-33,8	-11,9
	odchylky (%)			
	h_s	h_{sev}	h_{so}	h_{sp}
Lužnice	- 3,06	-1,07	-5,75	-8,30
Nežárka	+1,30	+3,05	-10,33	+35,10
Malše	-11,0	-7,7	-13,95	-29,96
	odchylky (mil. m ³)			
	h_s	h_{sev}	h_{so}	h_{sp}
Lužnice	-92,589	-18,180	-41,221	-33,146
Nežárka	+9,005	+12,446	-23,374	+19,964
Malše	-78,124	-33,384	-33,051	-11,689

¹water basin, ²deviations

2,52 %) činí na povodí Lužnice a Malše 176,5 mil. m³ vody ročně, tj. přibližně 4,5 objemu vodní nádrže Římov nebo více, než činí objem všech rybníčních nádrží Lužnice a střední Vltavy (165 mil. m³ vody), jak uvádí Kudrna (1993a). Pokud jde o provedená technická opatření, jako jsou např. vybudované drenážní soustavy apod., jejich vliv na povrchový odtok je menší, než je chyba zjištěná při stanovení průtoku (Kudrna, 1987). Problémy eroze a povrchového odtoku jsou řešeny ve VÚ P-180 (Kudrna, 1993b).

Pro vysvětlení značných rozdílů ve vodní bilanci na studovaných povodích jsme jako kritérium zvolili koeficient variace C_v podzemních vod (vyjádřený v procentech k celkovému objemu srážek na povodí), jak udává tab. III, z níž je patrné, že hodnoty C_v se podstatně zvýšily na Lužnici (o 29,7 %) a na Malši (dokonce o 147,2 %). Na povodí Nežárky nastal výrazný pokles (o 28,9 %), což nasvědčuje tomu, že na povodí Nežárky došlo k omezení odtoku a k zvýšení zásoby podzemních vod a k jejich stabilizaci (tab. II). Na povodích Lužnice a Malše naopak rozkolísanost záso-

by podzemních vod (h_{sp}) podstatně vzrostla, což znamená, že reakce povodí na srážky, zejména přívalové, je velmi nepříznivá.

Pro stanovení příčin změny zásoby podzemních vod jsme vzali v úvahu dva další faktory, a to lesnatost a sklon povodí. Lesnatost povodí Lužnice k ústí Nežárky je 40 %, celého povodí pak 33,5 %. Na povodí Malše dosahuje zalesnění prakticky stejné hodnoty 33,3 %, na povodí Nežárky pouze 28,8 %. Lesnatost v tomto

III. Hodnoty koeficientu variace C_v podzemních vod pro jednotlivá povodí v období 1931–1940 a 1981–1990 – Values of variance coefficient C_v of groundwaters for different water basins in the years 1931–1940 and 1981–1990

Povodí ¹	1931–1940	1981–1990	$\pm C_v$ (%)
Lužnice	0,613	0,795	+29,7
Nežárka	0,750	0,533	-28,9
Malše	0,890	2,20	+147,2

¹water basin

případě neprokázala žádný vztah k hodnotám C_v , ani ke změnám h_{sp} . Lesy jsou rozděleny na povodích často náhodně, bez vztahu k hydrologickým podmínkám a geomorfologii území.

Celkový sklon povodí byl stanoven pásově bodovou metodou (Kudrna, 1993a, b). Sklon jednotlivých povodí v promilech je u Malše 8,18; u Lužnice 1,94; u Nežárky 0,895. Porovnáme-li změny C_v (%) v závislosti na sklonu povodí, ukazuje se, že s rostoucím sklonem povodí roste i C_v , tj. rozkolísanost zásob podzemní vody (h_{sp}). Zásoba podzemní vody se zmenšuje se sklonem povodí, tj. s rychlostí odtoku.

Povodí Nežárky s nejmenším sklonem odvádí proto vodu pomalu a zvětšuje se doba infiltrace i při poměrně nízkém zastoupení lešů. Na povodí Malše a Lužnice naopak rychlost odtoku nedovoluje, aby ve stejné době nastal infiltrační přenos. Odtokové poměry na povodí Malše se vyvíjejí nepříznivě a vyžadují regulačních opatření (Šindelářová, 1989; Kudrna, 1993a). Příčiny tohoto stavu, pokud jde o snížení srážek v horských oblastech povodí Malše a části Lužnice, bude nutné sledovat podrobnými analýzami.

Regulační opatření realizovaná pomocí protipříválových vodotečí a širokých protiodtokových pásem předložil Kudrna (1993b). Protiodtoková opatření musí být použita jako systém na celých povodích, aby svou funkci mohla mít i vnitřní struktura zemědělských i lesních soustav. Klasická meliorační opatření (např. protiodtokové zábrany apod.) budou neúčinná, pokud nebudou použita jako systém. Prokázalo se rovněž, že např. konturové uspořádání ploch bez přesného výpočtu povrchového odtoku nemůže sehnat potřebnou úlohu proti odtoku. Výsledky koncepce protiodtokových opatření jako systému (vodotečí, širokých protiodtokových pásem a suchých retenčních nádrží) jednoznačně prokázaly, že vnitřní struktura zemědělské soustavy a lesního hospodářství může mít svou úlohu z hlediska regulace vodní bilance na povodí jen tehdy, bude-li úplně vyřešena teritoriální struktura celého krajinného prostoru.

S rostoucím sklonem povodí stoupá i význam zalesnění. Lesní porosty musí být v krajinném prostoru rozmístěny ve vztahu ke zvaživosti, kterou musí respektovat i tvar lesa a jeho obnova.

Problém transformace odtoku povrchového do podzemního nespočívá pouze v opatřeních zabraňujících erozi a smyvu půdy a v odvodnění zamokřených oblastí, ale v řešení příčin těchto jevů a jejich odstranění. Z toho vyplývá, že nelze použít pouze klasická meliorační opatření, ale výhradně systémové metody, které mohou řešit změny teritoriální a vnitřní struktury zemědělsko-lesních soustav na celých povodích.

Vyhodnocení analýzy vodní bilance všech tří povodí v intervalu 50 let nás vedlo k závěru, že úlohu regulátoru vodního režimu na povodí musí splňovat zemědělsko-lesní soustavy, které jsou jediným racionálním prostředkem pro vyřešení důsledků porušení rovnováhy vodní bilance povodí a stability krajinného prostoru (Kudrna, 1993a, b).

ZÁVĚR

Výsledky analýzy vodní bilance povodí Malše, Lužnice a Nežárky ukázaly, že celkový výpar se ve všech povodích pohybuje kolem 60 % z celkového objemu atmosférických srážek. Zbytek připadá na celkovou odtokovou rezervu, danou součtem odtoku (h_{so}) a pohyblivé složky podzemních vod (h_{sp}).

Při porovnání bilančních složek v intervalu 50 let (1931–1940 a 1981–1990) vykazují již hodnocená povodí podstatné změny: Na povodí Malše došlo k podstatnému snížení objemu srážek (o 11 %), k méně výraznému snížení došlo na Lužnici (o 3 %), zatímco na Nežárce se objem srážek mírně zvýšil (o 1,3 %). Na povodí Malše a Lužnice se za uvedené období snížil objem výparu, povrchového odtoku i pohyblivé složky zásoby podzemních vod. Zvláště významný je pokles zásoby podzemních vod na Malši (o 30 %). Na povodí Nežárky je trend opačný se zvýšením hodnot výparu a zásoby podzemních vod.

Pro stanovení příčin změny zásoby podzemních vod byly sledovány dva další faktory, a to lesnatost a sklon povodí. Lesnatost neprokázala žádný vztah ke změnám h_{sp} ani k hodnotám koeficientu variace (C_v). Lesy jsou na povodích rozmístěny často náhodně bez vztahu k hydrologickým podmínkám a geomorfologii území.

Celkový sklon povodí byl stanoven pásově bodovou metodou (Kudrna, 1993a). Prokázalo se, že zásoba podzemní vody se zmenšuje s rostoucím sklonem povodí, tj. s rychlostí odtoku. Proto povodí Nežárky s nejmenším sklonem odvádí vodu pomalu a zvětšuje se tak doba infiltrace i při poměrně nízkém zastoupení lešů. Odtokové poměry na Lužnici a především pak na Malši se naopak vyvíjejí nepříznivě a vyžadují regulační opatření, která byla navržena v podobě vodotečí, širokých protiodtokových pásem, suchých retenčních nádrží a zalesnění ploch, které byly poškozeny erozí. Vyhodnocení analýzy vodní bilance všech povodí přesvědčivě prokazuje (Kudrna, 1993a, b), že zemědělsko-lesní soustava je klíčovým regulátorem vodního režimu povodí, neboť její teritoriální a vnitřní struktura determinuje poměr mezi jednotlivými složkami vodní bilance a stabilizuje tak vývoj celého krajinného prostoru.

LITERATURA

- BUDYKO, M. I.: Zavisimost' srednej temperatury ot izmenenija solnečnoj radiacii. Meteorol. Gidrol., 1955 (10): 3–10.
- BUDYKO, M. I. – DROZDOV, O. A.: O vlagoborote na ograničenoj teritorii suši. Vopr. gidrometeorol. Efekt. Polezašč. Lesorazved. (Leningrad), 1950: 14–23.
- KUDRNA, K.: Zemědělské soustavy. 2. dopl. vyd. Praha, SZN 1985. 719 s.
- KUDRNA, K.: Generální projektování zemědělských soustav. Praha, VŠZ 1986. 173 s.
- KUDRNA, K.: Využití melioračních soustav. Praha, SZN 1987. 400 s.

KUDRNA, K.: Analýza vodní bilance povodí Malše, Lužnice a Nežárky z hlediska navrhování teritoriální a vnitřní struktury ZS. [Studie.] České Budějovice, JU Fak. zeměd. 1993a. 153 s.

KUDRNA, K.: Model teritoriální a vnitřní struktury zemědělských soustav na hydrologicky důležitých částech povodí na základě analýzy jejich vodní bilance. 2. část. [Studie.] České Budějovice, JU Fak. zeměd. 1993b. 125 s.

POLJAKOV, B. V.: Gidrologičeskij analiz i rasčoty. Lenin-grad, Gidrometeoizdat 1946.

ŠINDELÁŘOVÁ, M.: Analýza a řešení ZS SS Šumava. [Kandidátská dizertace.] České Budějovice, 1989. – VŠZ Fak. agron.

VÁŠA, J.: [Doktorská dizertace.] Praha, 1985. – ČVUT Fak. staveb.

Došlo 15. 3. 1994

Kontaktní adresa:

Ing. Dagmar Sedláková, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/73 11 558, fax: 038/403 01

VÝZNAM MYKORRHIZNÍCH HUB V PĚSTITELSKÉ PRAXI

THE IMPORTANCE OF MYCORRHIZAL FUNGI IN CULTURAL PRACTICE

L. Kunc¹, D. Elhottová²

¹ South Bohemian University, Faculty of Agriculture, České Budějovice, Czech Republic

² Institute of Soil Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: Many relationships arose in the process of co-evolution of plant and microorganisms; only a few of them are so important as mycorrhiza. Mycorrhiza represents a natural biological apparatus for overcoming a number of suboptimal or negative growth conditions in a great number of plant species in various ecosystems. In the case of field crops this is mycorrhiza of vesicular-arbuscular type (VAM). A positive action of mycorrhiza on the health of plants and their productivity is based upon biocontrol protection of root against undesirable microorganisms through the perfect invasion of root by mycorrhizal fungus and mediation of more effective uptake of mineral nutrients by mycelial-root system. Among the most significant manifestations are as follows: inhibition of reproductive formations and reduction of colonization of many pathogens on mycorrhizal roots; significant improvement of supply of host plants by phosphorus and other limiting nutrients, e.g. nitrogen; greater resistance or tolerance to abiotic stresses – low pH, excessive concentration of some metals in environment and others. Stabilization or improvement of present mycorrhizal condition of plants can contribute to the decline in inputs into agricultural production and to limitation of production risks following from action of harmful biotic agents and abiotic stresses.

mycorrhiza; productivity of plants; inhibition of pathogens; uptake of nutrients; resistance to abiotic stresses

ABSTRAKT: V procesu koevoluce rostliny a mikroorganismů vznikla řada vztahů; jen málo z nich je tak významných jako mykorrhiza. Mykorrhiza reprezentuje přirozený biologický aparát pro překonávání řady suboptimálních či negativních růstových podmínek u rozsáhlého počtu rostlinných druhů v různých ekosystémech. V případě polních plodin jde o mykorrhizu typu vesicular-arbuscular (VAM). Základem pozitivního působení mykorrhizy na zdraví rostlin a jejich produktivitu je zabezpečení biokontrolní ochrany kořene před nežádoucími mikroorganismy prostřednictvím dokonalé kolonizace kořene mykorrhizní houbou a zprostředkování efektivnějšího příjmu minerálních živin myceliálně-kořenovým systémem. Mezi nejvýznamnější projevy patří: inhibice rozplazovacích formací a redukce kolonizace mnoha patogenů na mykorrhizních kořenech; významné zlepšení zásobování hostitelských rostlin fosforem a dalšími limitujícími živinami, např. dusíkem; větší rezistence nebo tolerance k abiotickým stresům – nízké pH, nadměrná koncentrace některých kovů v prostředí aj. Stabilizací, popřípadě zlepšením současného mykorrhizního stavu rostlin lze přispět ke snížení vkladů do zemědělské výroby i k omezení výrobních rizik, plynoucích z působení škodlivých biotických činitelů a abiotických stresů.

mykorrhiza; produktivita rostlin; inhibice patogenů; příjem živin; rezistence k abiotickým stresům

V období intenzifikace zemědělské výroby, zejména využíváním chemických přípravků, nastaly v případech dlouhodobé disharmonické aplikace značných dávek minerálních hnojiv a používání pesticidů, tzv. na jistotu, negativní změny v půdním prostředí (Curry, 1986). Byla zaznamenána silná redukce mnohdy až eliminace důležitých skupin půdních makro- a mikrobiontů, nena- hraditelných složek homeostatických půdních společen- stev, podléhajících se na biologické stabilitě celého ekosys-

tému (Diribek et al., 1979; Schenck et al., 1989; Turek, 1989). V takových agrosoustavách přebíral zod- povědnost za regulaci, funkčnost a stabilitu téměř v celém rozsahu zemědělec, což vedlo k permanentní a mnohdy graduující aplikaci dalších agrochemikálií.

K vykročení z tohoto kruhu přispěla snaha o použi- vání šetrnějších péstitelských systémů. Hledají se cesty, jak obnovit biologickou rovnováhu v půdním prostředí a přitom snížit rizika napadení rostlin škodlivými čini-

teli vyvolávajícími pokles produkce a jakosti po omezení či vyloučení aplikace rozličných pesticidů. V systému doporučené integrované ochrany rostlin se velká pozornost věnuje biologické ochraně, při níž se využívá antagonistických vztahů mezi některými organismy.

Významně by ke snížení výrobních rizik, plynoucích z působení škodlivých biotických činitelů a abiotických stresů, mohla přispět stabilizace populací výjimečné a mimořádně důležité skupiny půdních mikroorganismů – mykorrhizních hub. I tato významná skupina půdní mikroflóry utrpěla v případech nadměrného dávkování hnojiv či pesticidů škody (Koomen et al., 1990). Literatura dokumentuje supresi mykorrhizní infekce při režimu aplikace vysokých dávek fosforu a dusíku (Dazzo, 1980; Lippmann et al., 1989). Fungistické či fumigační látky potlačují nejen nežádoucí mikroflóru, ale ničí zároveň i užitečné mikroorganismy, jako jsou mykorrhizní houby (Lynch, 1988). Pesticidy negativně ovlivňují roznašeče mykorrhizních hub jako nematoda, protozoa, a tak nepřímou cestou přispívají k redukci mykorrhizních hub (Colinas et al., 1994). V těchto zemědělských půdách je ve srovnání s půdami z přirozeného ekosystému výskyt spor mykorrhizních hub druhově užší (Schenck et al., 1989).

V procesu koevoluce rostliny a půdních mikroorganismů vznikla řada vztahů, jen málo z nich je tak významných jako mykorrhiza. K této unikátní složce půdní mikroflóry se zaslouženě obrací současná pozornost.

Působení mykorrhizy na zdraví rostlin a jejich produktivitu je mnohostranné. Jeho základem je zabezpečení biokontrolní ochrany kořene před nežádoucími mikroorganismy prostřednictvím dokonalé kolonizace kořene mykorrhizní houbou a zprostředkování efektivnějšího příjmu minerálních živin myceliálně-kořenovým systémem. Mezi její nejvýznamnější projevy patří:

- 1) změny v obecné rezistenci rostlin k mnoha patogenům (Čatská, 1994; Guillemin et al., 1994);
- 2) větší rezistence nebo tolerance mykorrhizních rostlin k biotickým i abiotickým stresům (Jones, Hutchinson, 1986; Dosskey, Adriano, 1993);
- 3) stimulace růstu na chudých půdách a půdách s různým obsahem fosforu (Schönbeck, Dehne, 1989; Finlay, Söderström, 1989).

V případě polních plodin jde o nejběžnější mykorrhizní formy zahrnující houby klasifikované jako *Zygomycetes* ssp., jejichž aseptované hyfy vstupují do kořenových buněk velkého počtu šlechtěných rostlin, volně rostoucích bylin, křovin i stromů. Tuto mykorrhizní symbiózu lze označit jako endomykorrhizu typu vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM). Název je odvozen od dvou interních struktur: *vesicules*, což jsou terminální zbytněliny hyf mezi korovými buňkami kořene hostitele, slouží jako zásobní orgány, zatímco druhá intracelulární struktura v kůře kořene *arbusculus* vytváří

jemně větvené hyfy podobné haustoriím rostlinných patogenů. Existuje i externí forma VAM hub, tvořená jednotlivými spory a hyfami prostupujícími půdu.

Vztahy mezi mykorrhizními houbami a potenciálně škodlivými půdními organismy (např. *Fusarium*, *Phytophthora* a také *Nematoda*) mají komplexní projev. Způsoby, kterými mohou mykorrhizní houby ovlivňovat kořenové patogeny, jsou tyto:

- 1) konkurence v příjmu esenciálních živin v rhizosféře a na kořenovém povrchu;
- 2) soutěž o aktuální místo infekce na povrchu a uvnitř kořene;
- 3) indukce morfologických a fyziologických obranných reakcí (změny v tvorbě ligninu, hladinách cukrů a produkci fenolických látek);
- 4) selekce příznivé mikroflóry změnami v produkci kořenových exsudátů;
- 5) produkce toxických nebo inhibičních sloučenin (antimikrobiálních sloučenin, fytoalexiny);
- 6) nutriční absorpční systém kompenzující poškození kořenů způsobené chorobou (Marx, 1973).

Výsledkem je inhibice rozplazovacích formací a redukce kolonizace patogenů na mykorrhizních kořenech (Dehne, Schönbeck, 1979a, b; Sylvia, Sinclair, 1981; Zambolin, Schenck, 1983; Caron et al., 1986a, b). Toto působení je mimořádně cenné zvláště v případě velmi nebezpečné skupiny patogenních hub rodu *Fusarium*, vyvolávajících v polních podmínkách snížení kvality reprodukčního materiálu, pokles produkce a jakosti rostlinných produktů a možnost jejich kontaminace velmi nebezpečnými mykotoxiny – trichoteceny aj. (Karažová, 1989). Chemická ochrana proti různým druhům a specializovaným formám hub z rodu *Fusarium* je málo účinná, a tudíž i problematická. Zvláště chemické zásahy v průběhu ontogeneze polních plodin jsou málo efektivní, spíše lze očekávat nárůst výskytu rezistentních a ještě nebezpečnějších kmenů patogenů (Kováčiková, 1993).

Pokud se týká abiotických stresů, může být kolonizace rostlin mykorrhizními houbami významná při rektifikaci vytěžených ploch a výsypek, kde pomáhá rostlinám vyrovnat se s nízkým pH a s nadměrnou koncentrací kovů (Jones, Hutchinson, 1986). Podobně i na rašelinistištích, kde je vysoká koncentrace fenolických kyselin, umožňují mykorrhizní houby růst rostlinám z čeledi vřesovcovitých (Leake, 1987).

Příčinou současného celosvětového rozmachu studia mykorrhizy typu VAM není jen otázka zvýšené rezistence mykorrhizních rostlin vůči patogenům či toxickým hladinám některých látek v prostředí, nýbrž její další a stejně významné role. Mykorrhizní houby v symbióze s rostlinami, a to zvláště s některými druhy z čeledi bobovitých – s jetelem plazivým a jetelem lučním, přispívají k výraznému zvýšení příjmu fosforu, což je žádoucí s ohledem na produkci a jakost píce. Tento pozitivní efekt byl zaznamenán i u dalších druhů polních plodin, např. u řepy. V případě bobovitých

však může vzniknout tripartitní symbiotické společenstvo – rostlina x mykorrhizní houba x bakterie *Rhizobium* ssp., neboť VAM houby často podporují produkci většího počtu a hmotnosti hlízek s následujícím vzrůstem symbiotické fixace dusíku i produkce píče. Zvýšený výkon je obecně přisuzován zesílenému zásobení fosforem v mykorrhizních rostlinách (Zuberber, 1990; Li et al., 1991; Sdobnikova et al., 1991; Siquera et al., 1991).

Mykorrhizní houby mohou výrazně zlepšit zásobování hostitelské rostliny nejen v případě fosforu, nýbrž i jiných limitujících živin, např. dusíku. Některé mykorrhizní houby mají schopnost utilizovat složité komplexy organických dusíkatých sloučenin, které nemohou být přímo využity rostlinou. Nahradi se tak složitější a delší cesta přísunu dusíku z půdy k rostlině, závislá na mineralizačním komplexu. Tento způsob přeměny a koloběhu dusíku nabývá důležitosti v podhorských a horských polích a dalších oblastech, kde je mineralizační rychlost omezena nízkými teplotami (Finlay, Söderström, 1989).

Neméně zajímavá je schopnost mykorrhizní houby infikovat najednou více než jednu rostlinu a vytvářet tak síť rostlin vzájemně propojených svými kořenovými systémy (Newman, 1988). Toto propojení hraje významnou úlohu v době odumření některých rostlin, neboť houba rychle přečerpá část rozpustného fosforu a dusíku i dalších rozpustných látek z kořenů odumřelých rostlin do kořenů živých rostlin. Takto zůstává daleko větší podíl živin přímo v rostlinné biomase. Uvedená zjištění přispívají k objasnění rozdílů v procesech koloběhu živin u víceletých a jednoletých plodin. U víceletých plodin se v průběhu využívání porostů propojení mezi živými a odumřelými rostlinami efektivně uplatňuje, zatímco u jednoletých plodin, kde většina rostlin odumírá najednou, je možnost přímého transportu živin z rostlin odumírajících do rostlin vegetujících minimální (Eason et al., 1991). Je to zřejmě také jedna z příčin menší migrace půdního fosforu a dusíku při pěstování víceletých plodin v porovnání s jednoletými. Pokusy využívající techniky značení radioaktivním izotopem ^{15}N naznačují, že by VA mykorrhizní hyfy mohly být zapojeny do přenosu dusíku z leguminózních do neleguminózních rostlin a zlepšovat tak dusíkatou výživu trav (Barea et al., 1989), což potvrzuje účelnost pěstování jetelovínotravních směsek.

Začlenění do mykorrhizní sítě je rovněž významným pozitivním faktorem pro mladé klíčící rostliny v podmínkách, kdy živiny a světlo jsou limitujícími faktory. Reakce klíčících rostlin jsou velmi rychlé a k zapojení do mykorrhizní sítě může dojít již během 48 h (Allen, Allen, 1984).

Jak je patrné z uvedeného přehledu, mykorrhiza reprezentuje přirozený biologický aparát pro překonávání řady suboptimálních či negativních růstových podmínek u rozsáhlého počtu pěstovaných polních plodin v různých ekosystémech. Proto se hledají cesty ke zlepšení současného mykorrhizního stavu rostlin. Jednou

z podmínek pro uskutečnění tohoto záměru je zlepšení prostředí pro mykorrhizní rozvoj, tj. především omezení vstupu cizorodých látek do půdního prostředí. Zároveň se rozvíjejí procedury vyvolávající zvýšení vnímavosti rostlin k mykorrhizní infekci a začíná se ověřovat aplikace mykorrhizních hub do půdy nebo na sazenice. Ještě mnohé však není známo v genetických základech vztahů houba x rostlina, stejně jako v molekulárním mechanismu, který kontroluje infekci i funkční součinnost mezi symbionty a určuje efektivitu endomykorrhizního komplexu (Gianinazzi-Pearson, 1989), což omezuje praktické využití těchto progresivních biologických metod.

Snahy o rozšíření šetrnějších výrobních způsobů v zemědělství mají v uvedených souvislostech jistě své opodstatnění a je nutné usilovat o to, aby využití teoretických poznatků přineslo při praktické aplikaci rychlý efekt v stabilitě cenných půdních společenstev a zemědělcům tudíž i snížení vkladů do výroby.

LITERATURA

- ALLEN, E. B. – ALLEN, N. F.: Competition between plants of different successional stages: Mycorrhizae as regulators. *Can. J. Bot.*, 62, 1984: 2625–2629.
- BAREA, J. M. – EL-ATRACH, F. – AZCON, R.: Mycorrhiza and phosphate interactions as affecting plant development, N_2 -fixation, N-transfer and N-uptake from soil in legume grass mixtures by using a ^{15}N dilution technique. *Soil Biol. Biochem.*, 21, 1989: 581–589.
- CARON, N. et al.: Effect of *Glomus intraradicales* on inoculum by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in tomatoes over a 12 week period. *Can. J. Bot.*, 64, 1986a: 552–556.
- CARON, N. et al.: Effect of preinfestation of the soil by VAM fungus, *Glomus intraradicales* on *Fusarium* crown and root rot of tomatoes. *Phytoprotection*, 67, 1986b: 15–19.
- COLINAS, C. – MOLINA, R. – TRAPPE, J. – PERRY, D.: Ectomycorrhizas and rhizosphere microorganisms of seedlings of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco planted on a degraded site and inoculated with forest soils pretreated with selective biocides. *New Phytol.*, 127, 1994: 529–537.
- CURRY, J. P.: Effects of management on soil decomposers and decomposition processes in grassland. In: MITCHELL, M. J. – NAKAS, J. P. (eds): Microfloral and faunal interactions in natural and agro-ecosystems. Dordrecht, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publ. 1986: 349–398.
- ČATSKÁ, V.: Interrelationships between vesicular-arbuscular mycorrhiza and rhizosphere microflora in apple replant disease. *Biol. Plant.*, 36, 1994: 99–104.
- DAZZO, F. B.: Adsorption of microorganisms to roots and other plant surfaces. In: BITTON, G. – MARSHALL, K. C. (eds): Adsorption of microorganisms to surfaces. New York, Toronto, John Wiley and Sons 1980.
- DEHNE, H. W. – SCHÖNBECK, F.: Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf Pflanzenkrankheiten. I. Ausbreitung von *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* in Tomaten. *Phytopath. Z.*, 95, 1979a: 705–710.

- DEHNE, H. W. – SCHÖNBECK, F.: Untersuchungen zum Einfluss der endotrophen Mycorrhiza auf Pflanzenkrankheiten II. Phenolstoffwechsel und Lignifizierung. *Phytopath. Z.*, 95, 1979b: 210–216.
- DIRLBEK, J. – BERÁNKOVÁ, J. – KÁRA, L.: Vliv hnojení a pesticidů na populační dynamiku některých zástupců půdní fauny. In: Sbor. Předn. věd. Konf. Vliv hnojení na rozvoj chorob a škůdců kulturních rostlin, České Budějovice, ČAZ 1979.
- DOSSKEY, M. G. – ADRIANO, D. C.: Trace element toxicity in VA mycorrhizal cucumber grown on weathered coal fly ash. *Soil Biol. Biochem.*, 25, 1993: 1547–1552.
- EASON, W. R. – NEWMANN, E. I. – CHUBA, P. N.: Specificity of interplant cycling of phosphorus: The role of mycorrhizas. *Pl. and Soil*, 137, 1991: 267–274.
- FINLAY, R. D. – SÖDERSTRÖM, B.: Mycorrhizal mycelia and their role in soil and plant communities. In: CLARHOLM, M. – BERGSTRÖM, L. (eds): Ecology of arable land. Dordrich, Boston, London, Kluwer Acad. Publ. 1989: 139–148.
- GIANINAZZI-PEARSON, V.: Vesicular-arbuscular endomycorrhizae as determinants for plant growth and survival. In: VANČURA, V. – KUNC, F. (eds): Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Praha, Academia 1989: 69–76.
- GUILLEMIN, J. P. – GIANINAZZI, S. – GIANINAZZI-PEARSON, V. – MARCHAL, J.: Contribution of arbuscular mycorrhizas to biological protection of micropropagated pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr] against *Phytophthora cinnamomi* Rands. *Agric. Sci. (Finland)*, 3, 1994: 241–251.
- JONES, M. D. – HUTCHINSON, T. C.: The effect of mycorrhizal infection on the response of *Betula papyrifera* to nickel and copper. *New Phytol.*, 102, 1986: 429–442.
- KARADŽOVA, L. V.: Fuzariozy plevných kultur. Kišinev, Štince 1989.
- KOOMEN, I. et al.: Mycorrhizal infection of clover is delayed in soils contaminated with heavy metals from past sewage sludge application. *Soil Biol. Biochem.*, 22, 1990: 871–873.
- KOVÁČIKOVÁ, E.: Fuzariózy na ozimé pšenici. *Úroda*, 1993 (5, 8): 204–205.
- LEAKE, J. E.: Metabolisms of phyto and fungitoxic phenolic acids by the ericoid mycorrhizal fungus. 7th North Amer. Conf. Mycorrhizae, Gainesville, Florida, 1987.
- LI, X. L. et al.: Acquisition of phosphorus and copper by VA mycorrhizal hyphae and root-to-shoot transport in white clover. *Pl. Sci.*, 136, 1991 (1): 449–457.
- LIPPMANN, G. – KEGLER, G. – WITTER, B.: Relationships between phosphorus fertility of arable soils and VAM infection in different crop plants. In: VANČURA, V. – KUNC, F. (eds): Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Praha, Academia 1989.
- LYNCH, J.: Microbes are rooting for better crops. *New Sci.*, 28, 1988: 45–49.
- MARX, D. H.: Mycorrhizae and feeder root disease. In: MARKS, G. C. – KOZŁOWSKI, T. (eds): Ectomycorrhizae: Their ecology and physiology. New York, Acad. Press 1973: 351–382.
- NEWMANN, E. I.: Mycorrhizal links between plants: Their functioning and ecological significance. *Adv. Ecol. Res.*, 18, 1988: 243–270.
- SDOBNIKOVA, O. V. et al.: Vlijanje inficiranja rastenij endomikoriznymi gribami na urožaj, usvojenje azota i fosfora bobovými kulturami. *Vest. sel.-choz. Nauki*, 1991 (1): 78–83.
- SCHENCK, N. C. – SIQUERA, J. O. – OLIVIERA, E.: Changes in the evidence of VA mycorrhizal fungi with changes in ecosystems. In: VANČURA, V. – KUNC, F. (eds): Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Praha, Academia 1989: 125–129.
- SCHÖNBECK, F. – DEHNE, H. W.: VA-mycorrhiza and plant health. In: VANČURA, V. – KUNC, F. (eds): Interrelationships between microorganisms and plants in soil. Praha, Academia 1989: 83–91.
- SIQUERA, J. O. et al.: Stimulation of vesicular arbuscular mycorrhiza formation and growth of white clover by flavonoid compounds. *New Phytol.*, 118, 1991: 87–93.
- SYLVIA, D. M. – SINCLAIR, W. A.: Phenolic compounds and resistance to fungal pathogens induced in primary roots of Douglas-fir seedlings by the ecto-mycorrhizae fungus *Laccaria laccata*. *Phytopathology*, 73, 1981: 390–397.
- SYLVIA, D. M. – WILSON, D. O. – GRAHAM, J. H. – MADDOX, J. J. – MILLNER, P. – MORTON, J. B. – SKIPPER, H. D. – WRIGHT, S. F. – JARSTFER, A. G.: Evaluation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in diverse plants and soils. *Soil Biol. Biochem.*, 25, 1993: 705–713.
- TUREK, F.: Vliv konzervativních a progresivních faktorů na dynamiku kvantitativních a kvalitativních vlastností travních porostů a víceletých pícnin v různých agroekologických podmínkách jižních Čech. *Acta Sci. AF VŠZ České Budějovice*, 1989.
- ZAMBOLEIN, L. – SCHENCK, N. C.: Reduction of the effects of pathogenic, root infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus *Glomus mosseae*. *Phytopathology*, 73, 1983: 1402–1405.
- ZUBERBER, D. A.: Soil and rhizosphere aspects of N₂-fixing plant-microbe associations. In: LYNCH, J. M. (ed.): The Rhizosphere. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, John Wiley and Sons 1990, 333 s.

Došlo 15. 12. 1994

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Ludvík Kunc l, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/77 03 350, fax: 038/403 01

MODELY A MODELOVANIE RASTLINNEJ PRODUKCIE

V súčasnosti neexistuje vedná oblasť, ktorá by obchádzala alebo ignorovala problém modelov a modelovania. Modely sa stali dôležitým prostriedkom výskumu a pozorovania zložitých dynamických systémov tam, kde existuje buď priama experimentálna nedostupnosť skúmaného objektu, alebo neúmerná ekonomická náročnosť priameho experimentálneho výskumu reálnych objektov. Z uvedeného dôvodu zorganizovali AF VŠP a SAV 13. celoštátny vedecký seminár z produkčnej ekológie.

Vofba obsahového zamerania bola motivovaná snahou poukázať na možnosti využitia modelov a modelovania rastlinnej produkcie vo výskume, v pedagogickej činnosti a v praxi rastlinnej výroby, skoordinať a upresniť činnosť v tejto oblasti pre potreby ďalšieho rozvoja produkčnej ekológie a zjednotiť sa na cieľavedomom postupe v podmienkach SR v nadväznosti na zahraničné pracoviská.

Doterajšie skúsenosti z využívania modelov a modelovania v rastlinnej produkcii u nás a v zahraničí poukazujú na dve protichodné tendencie ich využitia.

Na jednej strane sa doposiaľ nepodarilo zostaviť taký všeobecný model rastu a produkčného procesu, ktorý by mal veľké rozšírenie. Väčšina publikovaných modelov z oblasti rastlinnej produkcie bola použitá pre kvantitatívny opis rastu a produkčného procesu len svojimi autormi, prípadne kolektívom jedného laboratória, pracoviska alebo ústavu.

Na druhej strane rozsah prác venovaných modelovaniu produkčného procesu a rastlinnej produkcie vôbec je taký veľký, že je možné s veľkou pravdepodobnosťou vylúčiť pôsobenie dočasnej tendencie náhle dostupnosti vhodnej výpočtovej techniky. V ostatnom období, keď sa značne obmedzujú materiálové, technické a ekonomické možnosti experimentálnej práce, význam modelov a modelovania pre teóriu a prax rastlinnej výroby ešte viac nadobúda na význame. Okrem toho, že modely nás učia riešiť problémy komplexne systémovo, dovoľujú nám súčasne uskutočniť také experimenty, ktoré sú často poľnými pokusmi neriešiteľné. Navyše umožňujú predpovedať chovanie produkčného systému pre rozdelenie ekologických podmienok, čo umožní zobjektívniť rozhodovací proces na rôznych úrovniach riadacej a rozhodovacej činnosti od centrálnej až po lokálnu (technológia pestovania, optimálnej výživy, závlahový režim ap.)

Využívanie modelov v rastlinnej výrobe spočíva v oblasti výskumu v nevyhnutnosti vyznať sa, tzn. utriediť a správne

zoraďovať narastajúci objem experimentálnych výsledkov získaných z pokusov. Dôležitou črtou pre potreby kvantifikácie je aj poznanie a vyjadrenie ich funkčných vzťahov. V oblasti vlastnej rastlinnej výroby sa riadiacemu managementu na jednej strane dáva k dispozícii stále narastajúci objem informácií o systéme komplexnej technológie a o ekonomike pestovania, na druhej strane stále ešte chýbajú priebežné, spoľahlivé a aktuálne informácie o stave porastu, ktoré môžu pre rôzne pestovateľské stratégie veľmi pohodovo poskytnúť modely a modelovanie.

Zhodnotenie čiastkových technologických opatrení (z oblasti výživy a hnojenia, závlah ap.) môžeme v konkrétnych podmienkach prostredia a pestovania rastlín urobiť na počťai príslušným matematickým modelom. Pred konečným rozhodnutím je stále dosť možností vziať do úvahy vlastné skúsenosti, znalosti, cit a intuíciu.

Z takéhoto pohľadu má zvládnutie metód matematického modelovania produkčného procesu nedoceniteľný význam. Súčasny rozvoj modelovania produkčného procesu nelimituje matematický aparát ani výpočtová technika, ale samostatná agroekológia prostredia, v ktorom rastlina rastie, a úroveň našich poznatkov o rastline, poraste a jeho prostredí.

Doterajšie skúsenosti ukazujú, že v našich podmienkach nepôjde o rozvíjanie teórie tvorby všeobecného modelu, ale o aplikáciu súčasných poznatkov, vyúsťujúcich do tvorby plodinových modelov (ozimná pšenica, cukrová repa ap.). Modely publikované v zahraničí nemožno jednoducho prevziať, lebo každý model vychádza z osobitných predpokladov a treba ho tvorivo transformovať na konkrétne podmienky. Aktuálnym problémom je nedostatok vhodných vstupných dát, ktoré sa nie vždy dajú nahradiť údajmi z literatúry. Nášmu agronomickému výskumu chýba hlavne kvalitné kvantitatívne vyjadrenie získaných poznatkov. Z uvedeného vyplýva, že pri tvorbe a aplikácii modelov v rastlinnej výrobe je potrebná tímová spolupráca.

Odborná časť seminára je obsahovou náplňou publikácie *Modely a modelovanie rastlinnej produkcie*. V súlade s modernými trendami výskumu predstavujú modely a modelovanie ekonomický, vysoko rentabilný systémový prístup, ktorý má svoje opodstatnenie nielen v oblasti teórie, ale aj v oblasti optimalizácie technológie pestovania plodín vrátane ich biologizácie a ekologizácie.

Prof. ing. Anton Kostrej, DrSc.

Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic

Fax: (00422) 25 70 90

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatecích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Vostal J., Mutinský J.: Obsah rizikových prvků v zemědělských půdách na imisně zatíženém území severozápadní části ČR – The content of risk elements in agricultural soils in the immission-loaded territory of north-western part of the Czech Republic	297
Malířová J., Petříková V., Ustjak S.: Vliv imisního zatížení a různých půdních podmínek na odolnost ozimých obilnin ke stresům zimního období – The effect of immission load and various soil conditions on the resistance of winter cereals to stresses of winter period	303
Kostrej A.: Kvantifikácia absorpcie a transmisie slnečného žiarenia v závislosti od rastového a vývojového stavu porastu – Quantification of absorption and transmission of solar radiation in dependence on growth and development conditions of the stand	311
Vrkoč F., Vach M., Skala J.: Vliv pěstitelských opatření, stanovišť a ročníků na obsah živin a pekařskou kvalitu zrna ozimé pšenice – The effect of growing methods, sites and years on the nutrient content and baking quality of winter wheat grain	315
Škaloud V., Manev M., Stehno Z.: Hodnocení metody stanovení sušiny obilíků pšenice pomocí směsných vzorků – Evaluation of the method of wheat seed dry matter determination by means of mixed samples	321
Baranyk P.: Vývoj odrůdové skladby ozimé řepky v ČR a vliv kalibrace osiva na výnos semen – The development of the winter rapeseed variety structure in the Czech Republic and effect of the seed calibration on the yield	325
Sedláková D., Doktorová M., Šindelářová M.: Systémová analýza vodní bilance povodí Malše, Lužnice a Nežárky – System analysis of water balance of the Malše, Lužnice and Nežárka water basins	333
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORT	
Kuncel L., Elhottová D.: Význam mykorrhizních hub v pěstitelské praxi – The importance of mycorrhizal fungi in cultural practice	339
Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA – FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Kostrej A.: Modely a modelovanie rastlinnej produkcie	343