



ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

1

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA
LEDEN 1996
CS ISSN 0370-663X

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 Ciglar, 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. (Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)
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 výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)
Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
Ir. Cees van Ouwelkerk (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 Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
Doc. Ing. Miron Suškevič, DrSc. (Odborné poradenství a konzultace, Troubsko 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 zahrnuté 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 42 vychází v roce 1996.

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 1996 je 588 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 42 appearing in 1996.

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 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

VZŤAHY MEDZI TEPLOTNÝM A VLHKOSTNÝM REŽIMOM VZDUCHU A RASTOVÝMI CHARAKTERISTIKAMI OZIMNEJ PŠENICE

RELATIONSHIPS BETWEEN AIR TEMPERATURE AND HUMIDITY REGIME AND GROWTH CHARACTERISTICS OF WINTER WHEAT

A. Kostrej, Z. Balogh

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Experimental results of dynamic relationships between temperature and moisture regime 2 m above soil ground, in the stand and growth characteristics of winter wheat stand were obtained by measurements made during the growing season. Relationships between air temperature (t_m) and relative air temperature (r_m) measured by standard way in thermometer screen (Stevenson screen) and between relative humidity in the stand (r_p), air temperature in the stand (t_p), leaf area index (LAI), dry matter weight (W), and soil moisture (V). Correlations and regressions between the above characteristics were settled as well. The data of air temperature in the thermometer screen (t_m), LAI values, total biomass (W) and soil moisture supply (V) were used to determine t_p . The presented relationships are in Figs 1 to 3. Correlation coefficients between t_m and LAI: $r = 0.68 \pm 0.05$; t_m and t_p : $r = 0.86 \pm 0.05$; t_m and W: $r = 0.47 \pm 0.06$. It follows from investigation of relationships of r_m and r_p : $r = 0.68 \pm 0.04$, when r_m - LAI: $r = 0.62 \pm 0.05$ and at r_m - W: $r = 0.49 \pm 0.06$. Relationships between humidity in the stand (r_p), humidity in Stevenson screen (r_m) and soil moisture (V) can be expressed using the relationships: $r_p = 95 (1 - 3.609 \cdot 0.954V)$; $r_m = 41.914 + 0.452 V$. Their diagram is in Fig. 4. An analysis of dependences achieved showed that at one and the same r_m average values r_p are dependent on the degree of stand development. Water content in soil can change r_p by 10 to 12 %. When basic humidity is high ($r_m = 95$ to 96 %) r_p is not dependent on LAI and W values as a consequence of lower transpiration velocity at r_m close to air saturation by water vapours. With decrease of basic humidity (r_m), r_p lowers linearly at well developed stands and LAI is equal to 4 to 5 $m^2 \cdot m^{-2}$. This dependence is broken at lower LAI values; r_p is not dependent on LAI at low water content in soil.

air temperature and humidity regime; growth characteristics of stand; winter wheat

ABSTRAKT: Experimentálne výsledky o dynamických vzťahoch medzi teplotným a vlhkostným režimom 2 m nad pôdou a v poraste a rastovými charakteristikami porastu ozimnej pšenice boli získané meraním počas vegetácie. Kvantifikovali sme vzťahy medzi teplotou vzduchu (t_m) a relatívnou vlhkosťou vzduchu (r_m) meranou štandardným spôsobom v meteorologickej búdke a medzi relatívnou vlhkosťou vzduchu v poraste (r_p), teplotou vzduchu v poraste (t_p), veľkosťou indexu listovej pokrývnosti (LAI), hmotnosťou sušiny (W) a pôdnou vlhkosťou (V). Súbežne sme vyhodnotili korelačné a regresné vzťahy medzi uvedenými charakteristikami. Zistili sme, že so zvyšovaním t_m sa zvyšuje aj t_p . Veľkosťou LAI a W preukazuje ovplyvňuje tento vzťah. Pri hodnotách LAI 5 až 6 $m^2 \cdot m^{-2}$ je prakticky t_p zhodná s hodnotami t_m . Podobne aj hodnoty r_p a r_m sú závislé od stupňa rozvoja porastu. Zistené kvantitatívne vzťahy sa dajú využiť pre upresnenie teplotného a vlhkostného režimu porastu, v modeloch a modelovaní produkčného procesu.

teplotný a vlhkostný režim vzduchu; rastové charakteristiky porastu; ozimná pšenica

ÚVOD

V matematických modeloch produkčného procesu porastu (MM PPP) sa predpokladá využívať aktuálne informácie o zmenách vonkajších faktorov prostredia, ktoré sú bezprostredne spojené so životnou činnosťou rastlín rastom a ich produktivitou (Bichele et al., 1982; Rabbinge, 1982; Matejka, Huzulák, 1987). Medzi základné podmienky, ktoré sa využívajú pre tieto ciele, patria meteorologické faktory (Goud-

rian, 1977). Výhodou využívania týchto faktorov ako vstupných parametrov MM PPP je ich ľahká dostupnosť. Obvyčajne sa merajú v existujúcej sieti meteorologických staníc a nepotrebujú špeciálne experimenty. V práci vyhodnocujeme a kvantifikujeme dynamické vzťahy medzi teplotným a vlhkostným režimom vzduchu a rastovými charakteristikami ozimnej pšenice na základe meraní v existujúcej sieti meteorologických staníc a priamo v poraste.

Získané experimentálne výsledky o kvantitatívnych dynamických vzťahoch medzi teplotným a vlhkostným režimom a rastovým stavom porastu sa opierajú o viacročné poľné pokusy s ozimnou pšenickou odrodou Viginta, ktoré boli lokalizované v agroklmatickom regióne agroekologickej oblasti Nitra.

Základná príprava pôdy, sejba, ošetrovanie a hnojenie porastu sa uskutočnilo podľa zaužívaných technologických zásad. Počas vegetačného obdobia sa robili v štyroch opakovaniach tieto merania v poraste ozimnej pšenice:

- dynamika narastania indexu listovej pokrývnosti (LAI , $m^2 \cdot m^{-2}$);
- dynamika narastania hmotnosti celkovej sušiny (W , $kg \cdot m^{-2}$);
- momentálna vlhkosť pôdy (V , obj. %) v hĺbkach 0,1; 0,3 a 0,5 m;
- teplota (t_p , °C) a relatívna vlhkosť vzduchu (r_p , %) v poraste 0,1 m nad povrchom pôdy.

Súbežne s týmito meraniami v poraste sa uskutočnili merania teploty vzduchu (t_m , °C) v štandardizovanej meteorologickej búdke v 2 m výške nad porastom.

Merania t_p , r_p , V , t_m a r_m sa realizovali automatizovaným meracím zariadením v zostave meracie snímače-meracia ústredňa-osobný počítač. Experimentálne výsledky sa spracovali pomocou výpočtovej techniky za využitia programových systémov STATGRAPHICS, QUATTRO PRO FOR WINDOWS.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Teplotným a vlhkostným prostredím v poraste je vzduch a pôda. Pre charakteristiku tohto prostredia existuje celý rad ukazovateľov: teplota a vlhkosť vzduchu nad porastom, na rôznych úrovniach v profile porastu, teplota a vlhkosť povrchu pôdy atď. Tieto parametre teplotného a vlhkostného režimu podstatne ovplyvňujú rýchlosť priebehu takých základných fyziologických procesov, ako je fotosyntéza, dýchanie, vodný režim, rast a pod.

Za základné kvantitatívne charakteristiky stavu porastu sa použili hodnoty veľkosti LAI a údaje o hmotnosti sušiny (W). Vzájomné vzťahy medzi nimi určujú stupeň zatienenia pôdy porastom, rýchlosť aktuálnej evapotranspirácie, rýchlosť transpirácie, turbulentnú výmenu tepla v prízemnej vrstve vzduchu a v konečnom dôsledku termický režim porastu.

Údaje o pôdnej vlhkosti veľmi komplikujú výpočet teploty v poraste (t_p) v dôsledku zmeny tepelnej vodivosti. Pre kvantitatívnu charakteristiku termického režimu porastu sa použila priemerná denná teplota vzduchu v poraste. Výhodiskové údaje na určenie priemernej dennej teploty vzduchu porastu (t_p) sú údaje o priemernej teplote vzduchu meranej v meteorologickej búdke (t_m).

Grafické znázornenie kvantitatívneho vzťahu medzi teplotou vzduchu meranou v meteorologickej búdke

(t_m), teplotou vzduchu v poraste (t_p), veľkosťou indexu listovej pokrývnosti (LAI) a hmotnosťou celkovej biomasy (W) je na obr. 1 až 3.

Korelačné koeficienty medzi uvedenými charakteristikami boli preukazné:

$$r(t_m, LAI) = 0,68 \pm 0,05$$

$$r(t_m, t_p) = 0,86 \pm 0,05$$

$$r(t_m, W) = 0,47 \pm 0,06$$

V porastoch pri $LAI = 1$ v intervale teplôt 12,0 až 18,0 °C je teplota v poraste zhodná s t_m . Pri teplotách vzduchu 30 °C a viac je teplota v poraste o 2 až 2,5 °C vyššia ako teplota v meteorologickej búdke. Toto zistenie svedčí o tom, že porasty obilnín regulujú teplotný režim v závislosti od prehriatia rastlín a pôdy.

Pri LAI 5 až 6 $m^2 \cdot m^{-2}$ sa t_p prakticky nemení. Modelové vyjadrenie teploty vzduchu v poraste v závislosti od dynamiky zmien teploty meranej v meteorologickej búdke (t_m), veľkosti LAI a obsahu vody v pôde (V) je takáto:

$$t_p(t_m, LAI, V) = 0 \quad t_m \leq 10 \text{ °C}$$

$$t_p(t_m, LAI, V) = \frac{1,84 LAI [0,36 t_m - 0,7 \ln(t_m - 100)]}{(4,2 + LAI) [1 + 8,5 \exp(-0,05 V)]}$$

$$10 \text{ °C} < t_m \leq 26 \text{ °C}$$

$$t_p(t_m, LAI, V) = \frac{7,0 LAI}{(4,2 + LAI) [1 + 8,5 \exp(-0,05 V)]}$$

$$t_m \leq 10 \text{ °C}$$

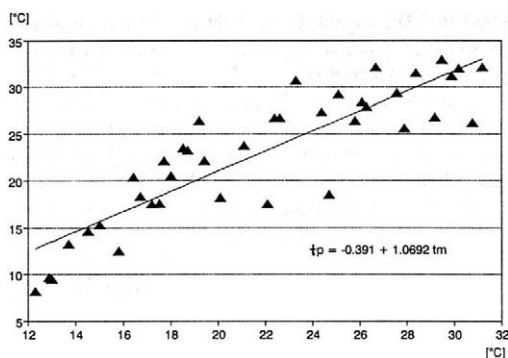
Podobne ako teplota, aj vlhkosť vzduchu je dôležitým kvantitatívnym ukazovateľom fytoekológie porastu, určujúcim rýchlosť priebehu fyziologických procesov, rast a produkčnú výkonnosť. Vysoká korelačná závislosť medzi vlhkosťou vzduchu v medzilistovom priestore v poraste (r_p) a rýchlosťou transpirácie s prieduchovým odporom a vodným potenciálom listov (Bichele et al., 1982) dovoľuje použiť tento ukazovateľ ako kvantitatívny parameter do matematických modelov produkčného procesu. Meranie vlhkosti vzduchu v poraste v existujúcej sieti meteorologických staníc sa neuskutočňuje. Preto podobne ako pri teplote sa zvolil empirický spôsob určovania relatívnej vlhkosti vzduchu v poraste (r_p) na základe štandardných meraní v meteorologickej búdke vo výške 2 m nad pôdou. Pre kvantitatívnu charakteristiku stupňa rozvoja porastu podobne pri určovaní t_p sa využila veľkosť LAI , hmotnosť celkovej sušiny (W) a obsah vody v pôde (V).

Pri sledovaní vzťahov medzi r_m a r_p sa zistil signifikantný ($\alpha = 0,05$) korelačný koeficient $0,68 \pm 0,04$, pri r_m a LAI $0,62 \pm 0,05$ a pri r_m a W $0,49 \pm 0,06$. Aj tieto koeficienty boli preukazné.

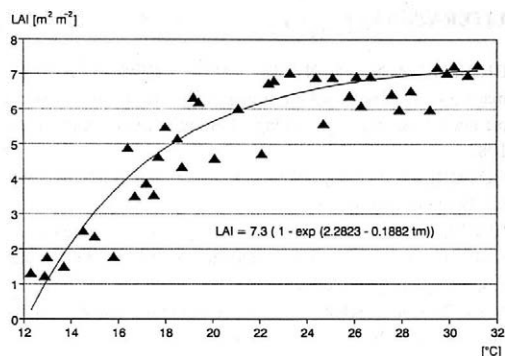
Vzťahy medzi vlhkosťou vzduchu v poraste (r_p), vlhkosťou vzduchu v meteorologickej búdke (r_m) a vlhkosťou pôdy (V) sa dajú vyjadriť podľa vzťahu

$$r_p = 95 (1 - 3,609 \cdot 0,954 V)$$

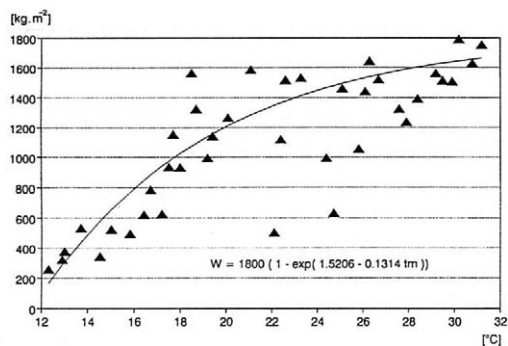
$$r_m = 41,914 + 0,452 V$$



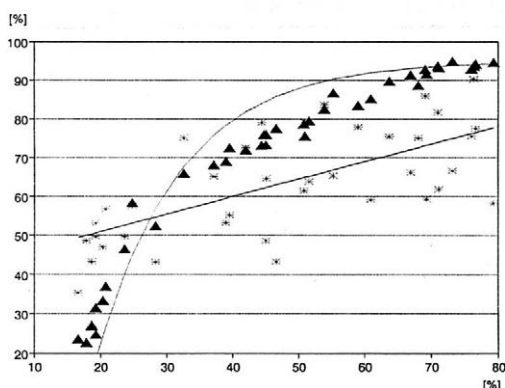
1. Grafické znázornenie regresného vzťahu medzi teplotou vzduchu meranou v meteorologickej búdke (t_m) a teplotou vzduchu v poraste (t_p) – Diagram of regression between humidity taken in thermometer screen (t_m) and air temperature taken in the stand (t_p)



2. Grafické znázornenie vzťahu medzi teplotou vzduchu meranou v meteorologickej búdke (t_m) a hodnotami LAI – Diagram of relationship between air temperature taken in thermometer screen (t_m) and LAI value



3. Grafické znázornenie vzťahov medzi teplotou vzduchu meranou v meteorologickej búdke (t_m) a hmotnosťou celkovej biomasy (W) – Diagram of relationships between air temperature taken in thermometer screen (t_m) and total biomass weight (W)



4. Grafické znázornenie vzťahu medzi vlhkosťou pôdy v poraste (V) a vlhkosťou vzduchu (r_m) meranou v meteorologickej búdke – Diagram of relationship between soil moisture in the stand (V) and humidity (r_m) taken in thermometer screen

Ich grafické znázornenie je na obr. 4.

Analýza dosiahnutých závislostí ukázala, že pri jednej a tej istej r_m závisia priemerné hodnoty r_p od stupňa rozvoja porastu. Obsah vody v pôde môže zmeniť r_p o 10 až 12 %. Pri vysokej vlhkosti vzduchu ($r_m = 95$ až 96 %) nezávisí r_p od veľkosti LAI a W ako dôsledok nižšej rýchlosti transpirácie pri r_m blízkej nasýteniu vzduchu vodnými parami. Znižovaním vlhkosti vzduchu (r_m) sa lineárne znižuje aj r_p pri dobre vyvinutých porastoch (LAI 4 až 5 $m^2 \cdot m^{-2}$). Táto závislosť je porušená pri nižších hodnotách LAI. Pri nízkom obsahu vody v pôde nezávisí r_p od LAI, a to pravdepodobne preto, že pri nedostatku pôdnej vody dochádza k podstatnému zníženiu rýchlosti transpirácie. Pri nízkych hodnotách $r_m = 30$ % vzťah r_p/r_m skoro nezávisí od r_m , podobne ako aj pri vysokých vlhkosťach pôdy. Pri rovnakej vlhkosti pôdy i vzduchu sa pomer r_p/r_m zväčšuje s rastom LAI a môže dosiahnuť hodnotu 1,30 až 1,35. Pri ďalšom zvyšovaní LAI sa nepozorovalo zvýšenie pomeru r_p/r_m , a to pravdepodobne preto, že pri vysokých hodnotách LAI dochádza k vzájomnému tieneniu listov, čo ov-

Vysvetlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs 1 to 4:

- ▲ namerané hodnoty – measured values
- model – model
- * vlhkosť v poraste – moisture in the stand

plyvňuje i priebeh rýchlosti transpirácie. Korelačný koeficient medzi nameranými a vypočítanými hodnotami je $0,93 \pm 0,01$. Uvedené závislosti sa dajú kvantitatívne opísať logistickými krivkami.

Naše zistenia kvantitatívnych dynamických vzťahov medzi teplotným a vlhkosťným režimom a rastovým stavom porastu nielen korešpondujú s výsledkami z literatúry (Tooming, 1984; Keulen, Seligman, 1987; Pennig de Vries, 1989), ale ich aj tvorivo rozvíjajú.

Získané poznatky sa môžu využiť nielen pre kvantitatívny opis dynamiky zmien týchto vzťahov, resp. pre potreby modelovania produkčného procesu, ale i v modeloch vývoja chorôb a škodcov ozimnej pšenice.

LITERATÚRA

BICHELE, Z. N. – MOLDAU, CH. A. – ROSS J. K.: Matematičeskoje modelirovanije transpiracii i fotosinteza rastenij pri nedostatke počvennoj vlagi. Leningrad, Gidrometeoizdat 1982.

GOUDRIAN, J.: Crop micrometeorology and simulation study. Wageningen, Pudoc 1977.

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

MATEJKA, F. – HUŽULÁK, J.: Analýza mikroklimy porastu. Bratislava, Veda 1987: 31–48.

PENNING DE VRIES, F. W. T. et al.: Simulation of eco-physiological processes of growth in several annual crops. Wageningen, Pudoc 1989.

RABINGGE, R.: Pests, diseases and crop production. In: PENNING DE VRIES, F. W. T. – LAAR H. H. VAN: Simulation of plant growth and crop production. Wageningen, Pudoc 1982.

TOOMING, CH. G.: Ekologičeskije principy maksimaľnoj produktivnosti posevov. Leningrad, Gidrometeoizdat 1984.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Anton Kostrej, DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/41 14 51

VLIV MEZIŘÁDKOVÉ VZDÁLENOSTI NA VÝNOS HLÍZ, OBSAH SUŠINY A ŠKROBU U BRAMBOR

EFFECTS OF ROW SPACING ON TUBER YIELD, DRY MATTER CONTENT AND STARCH IN POTATOES

B. Vokál, B. Radil

Potato Research Institute, Havlíčkův Brod, Czech Republic

ABSTRACT: Polyfactorial field trials were carried out to study row spacing of 90 and 75 cm (at the same number of hills per 1 ha) on tuber yield, dry matter and starch content in potatoes. Cultivars of Czech new selections Radka and Blaník different by their purpose (consuming, industry) and length of the growing season (semi-early, late). The effect of three fertilization treatments differing by N rate (+ PK) and time of incorporation of nitrogen fertilizers. The basic treatment (B1) was fertilized by commercial fertilizers at a rate of 80 kg N.ha⁻¹ + 52.3 kg P.ha⁻¹ + 132.8 kg K.ha⁻¹. In other two treatments (B2 and B3) phosphorus rate uniformly increased (to 78.4 kg.ha⁻¹) and potassium (to 199.2 kg.ha⁻¹). In B2 treatment nitrogen rate increased to 160 kg.ha⁻¹, in B3 treatment only to 120 kg.ha⁻¹, but in the latter case nitrogen fertilizer was incorporated during planting in granular urea, while in treatments B1 and B2 it was incorporated during soil preparation before planting. Phosphorus and potassium together with manure (35 t.ha⁻¹) were applied in autumn. The yield was statistically significantly affected by the year and fertilization. Dry matter content was affected only by the year. The yield of 37.91 t.ha⁻¹ on average gave the semi-early Radka cultivar in the row spacing of 75 cm, spacing of 90 cm yielded 37.13 t.ha⁻¹. When comparing the effect of row spacing in the late cultivar Blaník (Tab. III), then an average yield in a spacing of 75 cm (36.79 t.ha⁻¹) was even overcome by the spacing of 90 cm (37.60 t.ha⁻¹). The rate of 120 kg N (+ PK).ha⁻¹ in the treatment B3 on average increased the yield in the Radka cultivar by 15.2%, i.e. practically the same like the rate of 160 kg N (+ PK).ha⁻¹ (treatment B2). The yield increase in the Blaník cultivar was, however, lower (+ 16.8%) at the rate of 120 kg N (+ PK).ha⁻¹, but the difference (treatments B2 and B3) was insignificant (20.7% yield increase in the treatment B2). Dry matter content in the Radka cultivar (Tab. IV) was not affected by the row spacing (21.47% on average in spacing of 75 cm, 21.46% in spacing of 90 cm), increased nitrogen fertilization decreased the dry matter content from 21.60% to 21.39% on average. Though the starch content in commercial cultivar Braník (Tab. V) decreased on average due to spacing of 90 cm (from 20.02 to 19.89%), the difference was not significant. The decline in starch content was recorded also with raised rate of nitrogen fertilizers (from 20.12% to 19.89 in treatment B2 or to 19.84%, resp., in treatment B3, but the difference did not surpass the level of significance. It is evident from the results evaluated that basically an identical yield can be expected on average in row spacing of 90 cm (cultivars of similar type compared with cultivars introduced in the trial) with that in row spacing of 75 cm. Neither difference in dry matter content or starch, nor yields of these indicators can be expected. A piece of knowledge of relatively favourable yield effect of planting proper is important. After all essentially identical yield was achieved by a nitrogen rate lower by 40 kg.ha⁻¹ compared with the traditional wide-spread fertilization in spring soil preparation.

potatoes; row spacing; fertilization; yield; starch content; dry matter content

ABSTRAKT: V polyfaktoriálních polních pokusech byl sledován vliv meziřádkové vzdálenosti 90 a 75 cm na výnos hlíz, obsah sušiny a škrobu u brambor. Byly hodnoceny dvě odrůdy rozdílné svým zaměřením (konzumní, průmyslová) a délkou vegetační doby (polaraná, pozdní) při třech variantách hnojení lišících se dávkou N (+ PK) a obdobím zapravení dusíkatých hnojiv. Výnos byl statisticky významně ovlivněn ročníkem a hnojením. Obsah sušiny pouze ročníkem. V průměru byla zjištěna rovnocennost působení obou vzdáleností, vyšší výnos byl zaznamenán při zvýšení dávky N o 40, resp. 80 kg N.ha⁻¹. Přiznivé se uplatnilo dusíkaté hnojení při výsadbě, které při nižší dávce N (o 40 kg N.ha⁻¹) zajistilo v průměru téměř stejný výnos jako dávka 160 kg N.ha⁻¹.

brambory; meziřádková vzdálenost; hnojení; obsah škrobu; obsah sušiny

ÚVOD

V současné době je u nás, ale i ve světě (Bezzubceva et al., 1985; Peters, 1994; Spiess, Haus-

ser, 1995) diskutována otázka nejvhodnější řádkové vzdálenosti pro pěstování brambor. I když je možné uvažovat i vzdálenosti větší než 100 cm (USA) a nebo o systému záhonového pěstování brambor (Scholz,

1990; Spiess, Hausser, 1995), zaměřili jsme se na vzdálenosti 75 cm (převažuje v současné době) a na vzdálenosti 90 cm. Porovnání těchto vzdáleností nebylo v literatuře dosud publikováno.

S ohledem na vytvoření optimálních podmínek pro růst a vývoj bramborového trsu by jistě vyhovovalo, kdyby pro kořenový systém i nadzemní asimilační aparát byly vytvořeny podmínky, za kterých by k tzv. konkurenčnímu prostředí byla vždy stejná vzdálenost (Petr et al., 1980), což je prakticky možné při využití systému záhonového pěstování (Spiess, Hausser, 1995). Při řádkové kultuře je to pouze teoretická možnost (např. při sponu 62,5 x 62,5 cm by počet trsů na 1 ha představoval zcela nedostatečných 25 600 jedinců).

Technické možnosti však vesměs určují volbu vzdálenosti hlíz v řádku (Čepl, Vokál, 1995) a meziřádkové vzdálenosti, která s ohledem na vývoj techniky se v nejbližší době nebude příliš odchylvat od vzdálenosti 75 cm (Rybáček et al., 1988). Výhledově se však rysuje spíše přechod na větší vzdálenost než návrat k dříve uznávané vzdálenosti 62,5 cm.

Hlavním důvodem je však předpokládaný vývoj techniky, bez které není pěstování brambor možné. Jde především o sázení, kultivaci, ochranu, přípravu na sklizeň a vlastní sklizeň. Je zřejmé, že současná (a zřejmě i budoucí) technika bude vyhovovat vzdálenosti 75 cm anebo větší (90 cm). Důvodem je zejména velké nebezpečí mechanického poškození porostů a hlíz technikou pohybující se v meziřádkách, ale i nedostatečná ochrana hlíz (zejména při vyšších výnosech) proti zelenání, infekci plísní bramborovou apod. Uvádíme některé výsledky dosažené při srovnání vzdálenosti 90 cm se vzdáleností 75 cm v pokusech, které probíhaly již v letech 1978 až 1981 a které dnes nabývají na aktuálnosti z pohledu předpokladů uplatnění větší vzdálenosti (90 cm) řádků při pěstování brambor.

MATERIÁL A METODA

Polní pokusy byly založeny na pracovišti VÚB Valčev v nadmořské výšce 460 m, na pozemcích s hnědou, slabě oglejenou půdou, s kolísající půdní reakcí (4,7 až 6,9 pH/KCl) i zásobou fosforu (49 až 98 mg.kg⁻¹), draslíku (169 až 264 mg.kg⁻¹) a hořčíku (35 až 66 mg.kg⁻¹) v půdě (podle Mehlicha). Dlouhodobý (1923 až 1983) roční srážkový úhrn činí 653,8 mm (v období duben až září 425 mm), průměrná roční teplota 6,8 °C (za vegetaci 13 °C). Dešťové srážky a teploty charakterizující průběh počasí v pokusném období jsou uvedeny v tab. I.

Polyfaktorální pokusy byly uspořádány při čtyřnásobném opakování metodou znárodněných bloků při sledování vztahů mezi těmito faktory:

A – vzdálenost řádků: 75 x 30 cm (A1)
90 x 25 cm (A2)

B – hnojení: N₈₀P_{52,3}K_{132,8} (B1)
N₁₆₀P_{78,4}K_{199,2} (B2)
N₁₂₀P_{78,4}K_{199,2} (B3)

I. Průměrné teploty a srážky za vegetační období – Average temperatures and precipitation for the growing season

Rok ¹	Průměrná teplota ²		Srážky ³	
	°C	% normálu ⁴	mm	% normálu
1978	12,2	93,8	432,5	101,8
1979	13,6	104,5	400,2	94,2
1980	12,5	96,1	437,3	102,9
1981	14,4	110,7	384,4	90,5

¹year, ²average temperature, ³precipitation, ⁴percentage of normal

C – odrůda: poloraná konzumní Radka (C1)
pozdní průmyslová Blaník (C2)

Výsadba byla provedena sazečem, fosfor v superfosfátu a draslík v draselné soli byl zapraven spolu s hnojem (35 t.ha⁻¹) na podzim, dusík u B1 a B2 při přípravě půdy před výsadbou, u B3 při výsadbě vždy v granulované močovině. Výsledky byly hodnoceny statisticky metodou analýzy variance.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výnos hlíz u odrůdy Radka (tab. II) byl statisticky významně ovlivněn ročníkem a hnojením. Meziřádková vzdálenost se významně neuplatnila. Stejná situace byla zaznamenána i u odrůdy Blaník (tab. III) s výjimkou roku 1980, ve kterém byl výnos hlíz výrazně vyšší u vzdálenosti 90 cm. Vzájemná výnosová vyrovnanost mezi vzdáleností 75 a 90 cm ukazuje na možnost pěstování brambor při větší vzdálenosti. Významný až výsoce významný vliv hnojení (s výjimkou roku 1988 u odrůdy Radka) souvisel s jednoznačným nárůstem výnosu hlíz při zvýšení dávky hnojiv N (+ PK) variant B2 a B3. V případě varianty B2 není zvýšení výnosu překvapivé, v průměru činí u odrůdy Radka 15,1 %, u odrůdy Blaník dokonce 20,7 %. U varianty B3 bylo dosaženo relativně podobného nárůstu (15,2, resp. 16,9 %). Vezmeme-li však v úvahu, že tomu tak bylo při dávce o 40 kg N.ha⁻¹ nižší (varianta B3 k variantě B2), je výsledek velmi příznivý a svědčí o výhodnosti hnojení dusíkatými hnojivy zároveň s výsadbou (Vokál et al., 1986). Lze uvažovat, že tento systém bude výhodnější u odrůd s kratší vegetační dobou (odrůda Radka o 16 dní v porovnání s odrůdou Blaník) a s ohledem na výsledky i u meziřádkové vzdálenosti 90 cm (výnos hlíz v t.ha⁻¹):

	75 cm	90 cm
B1	33,81	33,32
B2	40,25	38,87
B3	37,99	39,89

K významným ukazatelům u konzumních brambor (Rybáček et al., 1988) patří obsah sušiny v hlízách. U odrůdy Radka (tab. IV) nebyl zaznamenán statisticky významný vliv žádného zkoušeného faktoru. Výsoce významně se uplatnil pouze ročník, a to především pro

II. *F*-hodnoty z analýzy rozptylu, průkazné rozdíly a průměry pro výnos hlíz u odrůdy Radka – *F*-values from analysis of variance, significant differences and averages for tuber yield in the Radka cultivar

Zdroj proměnlivosti ¹	1978	1979	1980	1981	Průměr ⁸
<i>F</i> -hodnota pro ² vzdálenost ⁵	0,82	2,09	2,05	8,31	0,54
hnojení ⁶	3,96	19,70 ⁺⁺	6,65 ⁺	12,74 ⁺⁺	38,09 ⁺⁺
vzdálenost x hnojení	5,44 ⁺	2,84	1,17	3,91	5,66 ⁺⁺
roky ⁷					23,95 ⁺⁺
roky x vzdálenost					2,89
roky x hnojení					1,44
Průkazný rozdíl pro ³ vzdálenost <i>P</i> = 0,05	6,19	5,30	3,79	6,06	3,12
<i>P</i> = 0,01	11,36	9,72	6,95	11,12	4,23
hnojení <i>P</i> = 0,05	6,57	3,03	2,98	5,12	1,65
<i>P</i> = 0,01	9,58	4,41	4,35	7,47	2,09
roky <i>P</i> = 0,05					4,16
<i>P</i> = 0,01					5,24
Průměry (t.ha ⁻¹) pro ⁴ vzdálenost A1	33,29	36,66	34,35	47,35	37,91
A2	31,53	39,07	36,05	41,86	37,13
hnojení B1	29,01	34,30	33,25	39,75	34,08
B2	33,46	39,41	36,72	47,30	39,22
B3	34,75	39,88	35,63	46,76	39,25
roky 1978					32,41
1979					37,86
1980					35,20
1981					44,60

¹source of variability, ²*F*-value for, ³significant difference for, ⁴averages for, ⁵spacing, ⁶fertilization, ⁷years, ⁸average

III. *F*-hodnoty z analýzy rozptylu, průkazné rozdíly a průměry pro výnos hlíz u odrůdy Blaník – *F*-values from analysis of variance, significant differences and averages for tuber yield in the Blaník cultivar

Zdroj proměnlivosti ¹	1978	1979	1980	1981	Průměr ⁸
<i>F</i> -hodnota pro ² vzdálenost ⁵	0,12	0,28	15,66 ⁺	0,62	1,08
hnojení ⁶	10,71 ⁺	27,37 ⁺	15,19 ⁺⁺	15,39 ⁺⁺	57,07 ⁺⁺
vzdálenost x hnojení	1,95	0,99	3,85	0,13	1,44
roky ⁷					29,16 ⁺⁺
roky x vzdálenost					1,96
roky x hnojení					1,78
Průkazný rozdíl pro ³ vzdálenost <i>P</i> = 0,05	4,17	3,06	3,01	6,09	2,27
<i>P</i> = 0,01	7,66	5,63	5,53	11,18	3,07
hnojení <i>P</i> = 0,05	5,80	2,25	3,02	5,44	1,65
<i>P</i> = 0,01	8,46	3,27	4,40	7,94	2,09
roky <i>P</i> = 0,05					3,03
<i>P</i> = 0,01					3,81
Průměry (t.ha ⁻¹) pro ⁴ vzdálenost A1	35,81	36,19	31,32	43,84	36,79
A2	36,27	36,70	35,07	42,34	37,60
hnojení B1	31,02	33,33	30,14	37,73	33,06
B2	39,02	37,89	35,30	47,40	39,90
B3	38,08	38,13	34,14	44,14	38,62
roky 1978					36,04
1979					36,45
1980					33,20
1981					43,09

For 1–8 see Tab. II

IV. *F*-hodnoty z analýzy rozptylu, průkazné rozdíly a průměry pro obsah sušiny hlíz u odrůdy Radka – *F*-values from analysis of variance, significant differences and averages for tuber dry matter content in the Radka cultivar

Zdroj proměnlivosti ¹	1978	1979	1980	1981	Průměr ⁸
<i>F</i> -hodnota pro ² vzdálenost ⁵	0,03	0,22	0,29	0,32	0,02
hnojení ⁶	4,64	0,91	0,79	3,43	0,68
vzdálenost x hnojení	4,67	11,56 ⁺⁺	0,42	0,51	3,23 ⁺
roky ⁷					15,08 ⁺⁺
roky x vzdálenost					0,35
roky x hnojení					2,01
Průkazný rozdíl pro ³ vzdálenost <i>P</i> = 0,05	0,75	2,15	1,52	1,82	0,67
<i>P</i> = 0,01	1,38	3,95	2,79	3,33	0,91
hnojení <i>P</i> = 0,05	0,95	1,71	1,29	0,88	0,50
<i>P</i> = 0,01	1,38	2,50	1,88	1,28	0,63
roky <i>P</i> = 0,05					0,89
<i>P</i> = 0,01					1,12
Průměry (%) pro ⁴ vzdálenost A1	21,25	20,46	22,34	21,82	21,47
A2	21,28	20,14	22,26	22,14	21,46
hnojení B1	21,64	20,70	22,41	21,67	21,60
B2	21,42	20,25	22,00	21,89	21,39
B3	20,74	19,95	22,49	22,40	21,39
roky 1978					21,27
1979					20,30
1980					22,30
1981					21,98

For 1–7 see Tab. II, ⁸total

V. *F*-hodnoty z analýzy rozptylu, průkazné rozdíly a průměry pro obsah škrobu v hlízách u odrůdy Blaník – *F*-values from analysis of variance, significant differences and averages for starch content in the Blaník cultivar

Zdroj proměnlivosti ¹	1978	1979	1980	1981	Průměr ⁸
<i>F</i> -hodnota pro ² vzdálenost ⁵	0,99	0,73	0,27	1,72	0,50
hnojení ⁶	2,44	0,31	1,39	3,19	2,06
vzdálenost x hnojení	1,65	0,84	6,52	5,12	3,51 ⁺
roky ⁷					24,45 ⁺⁺
roky x vzdálenost					0,75
roky x hnojení					0,97
Průkazný rozdíl pro ³ vzdálenost <i>P</i> = 0,05	0,90	1,49	0,29	0,85	0,53
<i>P</i> = 0,01	1,66	2,74	0,53	1,56	0,72
hnojení <i>P</i> = 0,05	0,79	1,58	0,72	0,49	0,34
<i>P</i> = 0,01	1,16	2,30	1,05	0,71	0,43
roky <i>P</i> = 0,05					0,71
<i>P</i> = 0,01					0,89
Průměry (%) pro ⁴ vzdálenost A1	19,23	20,48	19,13	21,24	20,02
A2	19,51	20,08	19,08	20,89	19,89
hnojení B1	19,68	20,30	19,33	21,16	20,12
B2	19,31	20,46	18,98	20,84	19,89
B3	19,11	20,06	19,00	21,20	19,84
roky 1978					19,37
1979					20,28
1980					19,10
1981					21,07

For 1–7 see Tab. II, ⁸total

rozdílnost výsledků let 1979 (v průměru 20,30 %) a 1980 (22,30 %). Je zřejmé, že při meziřádkové vzdálenosti 90 cm nelze očekávat výraznější změnu obsahu v porovnání se vzdáleností 75 cm. Určitá tendence k vyššímu obsahu (Míča, Vokál, 1989) byla potvrzena při nejnižší dávce hnojiv N (+ PK) varianty B1, i když ani v jejím případě nebylo toto zjištění jednoznačné. Při aplikaci dusíkatých hnojiv při výsadbě (varianta B3) byla v průměru zaznamenána stejná hodnota (21,39 %) jako při aplikaci vyšší dávky dusíku před sázením (B2). Toto zjištění signalizuje, že nelze vyloučit nebezpečí poklesu obsahu sušiny při dusíkatém hnojení, které se provádí při výsadbě, i když pokles pravděpodobně nebude výrazný a celkový obsah ovlivní především genotyp a charakter ročníku (Míča, Vokál, 1989).

Pro průmyslovou odrůdu Blaník a obsah škrobu v hlízách (tab. V) platí prakticky, stejné konstatování jako pro odrůdu Radka a obsah sušiny. Přes statistickou nevýznamnost vlivu meziřádkové vzdálenosti byla zaznamenána určitá tendence snížení obsahu škrobu při vzdálenosti 90 cm (v průměru z 20,02 na 19,89 %), která nebyla potvrzena pouze v roce 1978.

Z hodnocených výsledků je zřejmé, že v průměru lze očekávat u meziřádkové vzdálenosti 90 cm výnosovou úroveň (u typově podobných odrůd s odrůdami zařazenými v pokuse) v podstatě shodnou s výnosem při vzdálenosti 75 cm. Nelze očekávat ani rozdíly v obsahu sušiny či škrobu, a tedy ani u výnosů těchto ukazatelů. Důležitý je poznatek o relativně příznivém výnosovém působení dusíkatého hnojení při samotné výsadbě, neboť v podstatě stejná výnosová úroveň byla při tomto

systému hnojení dosažena dávkou dusíku o 40 kg.ha⁻¹ nižší než při tradičním hnojení na široko při jarní přípravě půdy.

LITERATURA

- BEZZUBCEVA, T. I. et al.: Uroжайность картофеля при различных схемах посадки. In: *Технология производства и качество картофеля*. Москва, НИИХ 1985: 12–18.
- ČEPL, J. – VOKÁL, B.: Vliv různých sponů výsadby na výnos a velikost hlíz brambor. *Rostl. Výr.*, 41, 1995 (4): 149–155.
- MÍČA, B. – VOKÁL, B.: Vztah mezi obsahem živin v hlízách při sklizni, obsahem sušiny a stolní hodnotou brambor. *Rostl. Výr.*, 35, 1989 (10): 1071–1078.
- PETERS, R.: Reihenweite und Produktionstechnik müssen aneinander abgestimmt sein. *Kartoffelbau*, 45, 1994 (3): 112–114.
- PETR, J. et al.: Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Praha, SZN 1980.
- RYBÁČEK, V. et al.: *Brambory*. Praha, SZN 1988.
- SCHOLZ, B.: Anbau von Kartoffeln in Dämmen oder Beeten. *Kartoffelbau*, 41, 1990 (3): 80–83.
- SPIESS, E. – HEUSSER, I.: Beetenbau: Eine Alternative im Kartoffelbau. *Kartoffelbau*, 46, 1995 (2): 45–49 (Teil 1); 123–127 (Teil 2).
- VOKÁL, B. – RADIL, B. – SMOLÍK, J.: Vliv větších vzdáleností řádků na vývoj porostu a výnos hlíz, škrobu a sušiny brambor. *Věd. Práce VÚB*, 1986 (10): 207–216.

Došlo 23. 2. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Bohumil Vokál, CSc., Výzkumný ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 01 Havlíčkův Brod, Česká republika, tel.: 0451/323, fax: 0451/215 78

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) zasílali 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

MODELOVÁNÍ PRŮBĚHU KONCENTRACE ROZPUŠTĚNÉHO KYSLÍKU VE VODNÍM TOKU POD BODOVÝM ZDROJEM ZNEČIŠTĚNÍ

MODELLING OF CONCENTRATION OF OXYGEN DISSOLVED IN WATER FLOW UNDER POINT SOURCE OF CONTAMINATION

M. Starý, J. Láníček

Technical University, Faculty of Civil Engineering, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: The content of oxygen dissolved in water is one of the most important factors in determining the self-cleaning ability of a stream. Program QUAL2E allows, among other things, to simulate cycles of oxygen, nitrogen, phosphorus and algae. The effect of concentration of dissolved oxygen is reflected through the internal source or through-fraction functions, resp. In modelling of the course of concentration of dissolved oxygen alongside the stream a coefficient of reaeration plays an important role, it appears in source or through-fraction function used to describe the degree of the change in concentration of this parameter and may be placed by eight different methods. These are as follows: READ, CHURCHILL, O'CONNOR, OWENS, THACKSTON, LANGBIEN, EQUATION and TSIVOGLOU. The contribution summarizes the results of their testing using the program QUAL2E for modelling of spread of pollution in the stream of Bystřička under the sewage treatment plant at Bystřice nad Pernštejnem (Fig. 1). Figs 2 and 3 show different resulting courses of model concentrations of oxygen dissolved in water for climatic spring. Figs 4 and 5 shows the same for climatic autumn. The course of concentration of dissolved oxygen by averaging of particular values measured for corresponding climatic quarter of the year is presented here for comparison. All marginal conditions, in which modelling was carried out, i.e. flow and affluents into particular section of the stream, quality and temperature of water and atmosphere are mean values of relevant quantities for different climatic quarters of the year. The flow is considered as a stable uniform flowing. It is evident from the results of numeric analysis at the given possibilities of calibration of different methods that the best results provide the methods in the following order: EQUATION, READ and TSIVOGLOU, i.e. methods in which calibration should be performed. The other methods, i.e. methods which cannot be calibrated, give a little worse results in dependence on the season (change of hydrological and climatic quantities and various concentration of stream pollution). There is no need to be afraid of the choice of some of the above mentioned methods, particularly those which cannot be calibrated. Much more weighty consequences may result from a choice of the method which can be calibrated using unsuitable values of appropriate coefficients. Unsuitable values of simulated courses of concentrations of parameters of pollution under point source of pollution can be achieved here, and hence, also devaluation of opinions of the use of the program QUAL2E in conditions of our streams. We have only very good experience with this program and we recommend its utilization, particularly in conditions of torrent-type streams where rather intensive aeration occurs.

flow contamination; self-cleaning effect; coefficient of reaeration; concentration of dissolved oxygen

ABSTRAKT: Při modelování šíření znečištění v toku pod bodovým zdrojem znečištění hraje velmi důležitou roli průběh koncentrace rozpuštěného kyslíku obsaženého ve vodě. Program QUAL2E umožňuje zadávat koeficient reerace ve vnitřní zdrojové, resp. propadové funkci použité pro popis míry změny koncentrace rozpuštěného kyslíku pomocí osmi možných metod. Příspěvek shrnuje výsledky jejich testování.

znečištění toku; samočisticí efekt; koeficient reerace; koncentrace rozpuštěného kyslíku

ÚVOD

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě je jedním z nejdůležitějších faktorů při určování samočisticí schopnosti toku. Koncentrace rozpuštěného kyslíku v tocích je závislá na atmosférické reeraci, teplotě, tlaku, průběhu fotosyntézy, rostlinné a živočišné respi-

raci, biochemické spotřebě kyslíku, nitrifikaci, salinitě a na řadě dalších faktorů. Zahrnout všechny tyto vlivy do matematických modelů a následně programů, které slouží pro modelování šíření v toku, je velmi složité a současně z hlediska praktického použití i značně problematické. Program QUAL2E (Brown, Barnwell 1987) umožňuje simulovat cyklus kyslíku sou-

běžně s cyklem dusíku, fosforu a řas. Přitom vliv koncentrace rozpuštěného kyslíku se do ostatních promítá přes vnitřní zdrojové, resp. propadové funkce.

Obsah rozpuštěného kyslíku ve vodě závisí na provzdušňovací schopnosti toku, která je funkcí procesů advекce a difuze a vnitřních zdrojů a propadů kyslíku. Nejdůležitější zdroje kyslíku kromě atmosférické reaerace jsou kyslík produkovaný fotosyntézou a kyslík obsažený v přítékající vodě. Propady rozpuštěného kyslíku zahrnují biochemickou oxidaci uhlíkaté a dusíkaté organické hmoty, spotřebu kyslíku bentosem a kyslík využitý pro dýchání řas.

V programu QUAL2E popisuje lokální změnu koncentrace libovolné uvažované složky znečištění (jako výslednici změny způsobené disperzí, advекcí vnitřní změnou této složky zdrojem / propadem a externími zdroji / propady) příslušná parciální diferenciální rovnice. Pro její numerické řešení je užitá zpětná implicitní diferenční metoda. V této rovnici je vnitřní zdrojová / propadová funkce, popisující vnitřní změnu koncentrace rozpuštěného kyslíku nezávislou na transportu, disperzi a přítocích, dána ve tvaru:

$$\frac{dO}{dt} = K_2(O_s - O) + (a_3\alpha - a_4\beta)A - K_1L - \frac{K_4}{d} - a_5D_1N_1 - a_6D_2N_2 \quad (1)$$

kde: O – koncentrace rozpuštěného kyslíku [mg.l⁻¹]
 O_s – saturační koncentrace rozpuštěného kyslíku za dané teploty a tlaku [mg.l⁻¹]
 a_3 – množství produkce kyslíku řasami na jednotku hmotnosti řas [mg-O/mg-F]
 a_4 – spotřeba kyslíku při dýchání řas na jednotku hmotnosti řas [mg-O/mg-F]
 a_5 – spotřeba kyslíku na oxidaci amoniaku na jednotku hmotnosti amoniaku [mg-O/mg-N]
 a_6 – spotřeba kyslíku na oxidaci dusitanů na dusičnany, [mg-O/mg-N]
 α – rychlost růstu řas, závislá na teplotě [T⁻¹]
 β – dýchání řas, závislé na teplotě [T⁻¹]
 A – koncentrace biomasy řas [mg-A.l⁻¹]
 L – koncentrace mezního BSK [mg.l⁻¹]
 d – průměrná hloubka toku [m]
 K_1 – deoxygenační rychlostní konstanta BSK, závislá na teplotě [d⁻¹]
 K_2 – koeficient reaerace, závislý na teplotě [d⁻¹]
 K_4 – spotřeba kyslíku sedimenty, závislá na teplotě [d⁻¹]
 D_1 – koeficient oxidace amoniaku na dusitany, závislý na teplotě [d⁻¹]
 D_2 – koeficient oxidace dusitanů na dusičnany, závislý na teplotě [d⁻¹]
 N_1 – koncentrace amoniakálního dusíku [mg.l⁻¹]
 N_2 – koncentrace dusitanového dusíku [mg.l⁻¹]

V rovnici (1) je obsažena řada konstant. Je třeba mít na zřeteli, že jde o hodnoty koeficientů při teplotě 20 °C. Předpokládá se přitom jejich teplotní závislost a pro jiné teploty T program provádí jejich korekci podle Street-Phelpsova vztahu (Brown, Barnwell, 1987):

$$X^T = X^{20} \cdot n^{T-20} \quad (2)$$

kde: X^T – hodnota koeficientu zadané teploty
 X^{20} – hodnota koeficientu při teplotě 20 °C

n – empirická konstanta, zadávaná zvlášť pro každý koeficient; pro rozpuštěný kyslík byla ponechána implicitní hodnota 1,024

Při uvažování reaeračního koeficientu má tedy (2) tvar:

$$K_2^T = K_2^{20} \cdot 1,024^{(T-20)} \quad (3)$$

Rozpustnost kyslíku ve vodě se mění se změnou teploty, se změnou koncentrace nerozpuštěných látek a se změnou atmosférického tlaku. QUAL2E respektuje tuto závislost při určení saturační (rovnovážné) koncentrace rozpuštěného kyslíku. Pro výpočet saturačních koncentrací rozpuštěného kyslíku by bylo možné zahrnout rovněž korekce vlivu salinity a chloridů. Jelikož v programu salinita ani chlor nejsou modelovány, QUAL2E tyto korekce neřeší. Kromě toho se korekce tlaku zavádí jedině tehdy, je-li při řešení uvažována teplota. (Údaje o tlaku jsou totiž primárním požadavkem rovnic tepelné rovnováhy.)

Následující text shrnuje dílčí výsledky výzkumu zaměřeného na otestování možných způsobů zadávání koeficientu reaerace K_2 v programu QUAL2E při jeho užití pro modelování šíření znečištění v toku bystřinného typu pod bodovým zdrojem znečištění. Podrobné výsledky publikovali S t a r ý et al. (1993b) a částečně L á n í č e k (1994).

MATERIÁL A METODA

Při praktickém řešení je možné všechny koeficienty obsažené v rovnici (1) ponechat zadané implicitními hodnotami, resp. je možné jejich hodnoty upřesnit na základě výsledků kalibrace modelu. Pro koeficient reaerace K_2 program nabízí osm možných způsobů zadání:

1. READ

Metoda umožňuje zadávat K_2^{20} konstantní hodnotou.

2. CHURCHILL

$$K_2^{20} = 5,026u^{0,969}d^{-1,673} \cdot 2,31 \quad (4)$$

kde: u – střední profilová rychlost [m.s⁻¹]
 d – průměrná hloubka toku [m]
 K_2 – koeficient reaerace [den⁻¹]

3. O'CONNOR

Metoda je založena na turbulentní charakteristice toku. Pro toky s nižšími a středními rychlostmi a při izotropních podmínkách se používá vztah:

$$K_2^{20} = \frac{(D_M \cdot u)^{0,5}}{d^{1,5}} \quad (5)$$

kde: d – průměrná hloubka toku [m]
 u – střední profilová rychlost [m.den⁻¹]
 D_M – molekulární difúzní koeficient, který je dán vztahem $1,91 \cdot 10^3 \cdot (1,037)^{T-20}$ [m².den⁻¹]

4. OWENS

Metoda vychází z monitorování šesti toků v Anglii v roce 1964. Šlo o mělké toky s vyššími rychlostmi. Byla odvozena rovnice pro toky s hloubkami od 0,12 m do 3,35 m a rychlostmi mezi $0,03 \text{ m.s}^{-1}$ a $1,52 \text{ m.s}^{-1}$:

$$K_2^{20} = \frac{9,4 \cdot u^{0,67}}{d^{1,85}} \cdot 2,31 \quad (6)$$

kde: u – střední profilová rychlost [m.s^{-1}]
 d – průměrná hloubka [m]

5. THACKSTON

Rovnice je založena na pozorování několika řek v Tennessee:

$$K_2^{20} = 10,8 \cdot (1 + F^{0,5}) \cdot \frac{u^*}{d} \cdot 2,31 \quad (7)$$

kde: F – Frouddovo číslo
 u^* – třecí rychlost [m.s^{-1}]
 d – průměrná hloubka [m]

6. LANGBIEN

$$K_2^{20} = \frac{3,3 \cdot u}{d^{1,33}} \cdot 2,31 \quad (8)$$

kde: u – střední profilová rychlost [m.s^{-1}]
 d – průměrná hloubka [m]

7. EQUATION

V této metodě je koeficient reerace funkcí průtoku:

$$K_2^{20} = a \cdot Q^b \quad (9)$$

kde: a, b – koeficienty
 Q – průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]

8. TSIVOGLOU

Metoda předpokládá, že koeficient reerace je přímo úměrný rozdílu hladiny v úseku toku a nepřímo úměrný době průtoku tímto úsekem. Rovnice má tvar:

$$K_2^{20} = e \cdot \frac{\Delta H}{\tau} \quad (10)$$

kde: e – koeficient úniku [m^{-1}]
 ΔH – rozdíl hladin v úseku [m]
 τ – čas průtoku úsekem [den]
 n – Manningův koeficient drsnosti

Koeficient úniku e se obvykle považuje za proměnnou a určuje se kalibrací.

Je zřejmé, že koeficient reerace je možné zadávat pomocí osmi metod. Při bližší analýze problému zjistíme, že tyto metody lze rozdělit do tří skupin:

A. Metody, ve kterých je koeficient reerace K_2 závislý na hloubce plnění a rychlosti proudění vody v korytě. Tyto metody však nezohledňují tvar příčného profilu koryta. Implicitně předpokládají tvar obdélníkový. S přibývajícím hloubkou plnění se tedy plocha

hladiny nezvětšuje. Do této skupiny patří metody CHURCHILL, O'CONNOR, OWENS, THACKSTON, LANGBIEN A TSIVOGLOU.

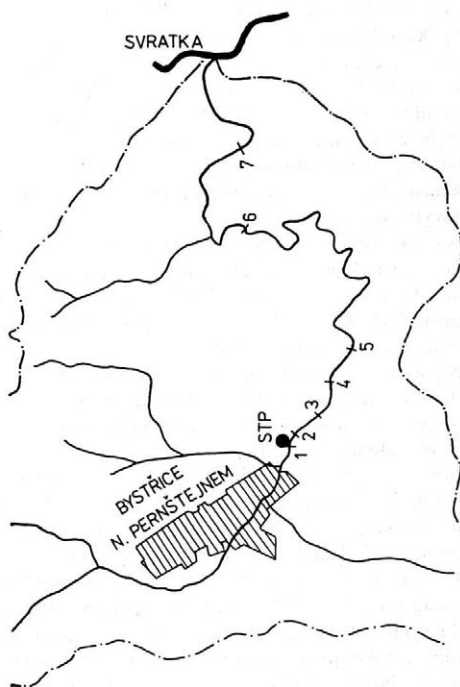
B. Metody zohledňující tvar příčného profilu koryta. Je v nich respektována změna plochy hladiny s přibývajícím hloubkou vody v toku. Tuto skutečnost splňuje ze všech zmiňovaných metod pouze metoda EQUATION, ve které je koeficient reerace nelineárně závislý na průtoku.

C. Metody, ve kterých je koeficient reerace K_2 konstantní a nezávislý tudíž ani na průtoku, ani na rychlosti, ani na ploše hladiny. V programu takovýto způsob zadání umožňuje pouze metoda READ.

Numerická analýza problému

Testování uvedených metod za účelem ověření vhodnosti jejich užití pro toky bystřínného typu v našich podmínkách, bylo provedeno ve zvoleném úseku pokusné lokality toku Bystřička pod výústí z ČOV v Bystřici nad Pernštejnem. Proudění vody v tomto úseku je převážně bystřínné. Schéma lokality je znázorněno na obr. 1.

Délka úseku toku mezi prvním a posledním odběrným profilem činí přibližně 8,2 km. V odběrných profilech č. 1 až 7 byly v dopoledních hodinách odebrány



1. Schéma lokality – Diagram of site

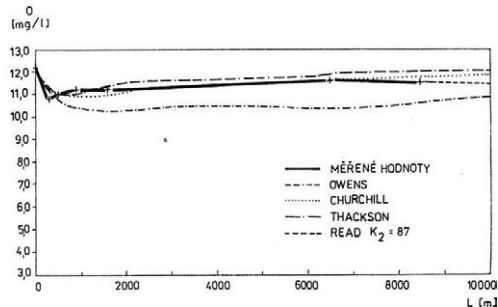
vzorky vody s frekvencí přibližně jednoho týdne po dobu dvou let. Ve vzorcích byla kromě koncentrace rozpuštěného kyslíku sledována i řada jiných ukazatelů popisujících eutrofizaci toku. Měřeny byly dále průtok, teplota vzduchu a vody v době odběru vzorků. Vzhledem k náhodnému sběru dat byly pro jejich zpracování užity metody matematické statistiky.

Na základě pozorování je možno konstatovat, že v profilech č. 3, 4 a 5 několikrát klesla koncentrace rozpuštěného kyslíku pod hodnotu 4 mg.l^{-1} , a to v letních měsících. Zejména v profilu č. 3 docházelo k naměření nejnižších hodnot koncentrace, která opakovaně poklesla pod 3 mg.l^{-1} , což je v rozporu s údaji Nařízení vlády ČR č. 171, kterým se stanoví ukazatele přípustného stupně znečištění povrchových vod. Ze zpracovaných výsledků měření podle ČSN 75 7221 bylo zjištěno, že třída jakosti vody se po délce pozorovaného úseku mění. V profilech č. 1, 6 a 7 má hodnotu I. V profilu č. 2, 4 a 5 má hodnotu III. V profilu č. 3 nabývá dokonce hodnoty IV. Výsledky měření a zpracovaná data uveřejnili Starý et al. (1993a), odkud jsou převzata vstupní data použitá pro testování způsobů zadání koeficientu reace K_2 . Pro testování byly použity průměrné hodnoty koncentrací rozpuštěného kyslíku odvozené z měřených hodnot za jednotlivá klimatická čtvrtletí (jaro, léto, podzim a zima).

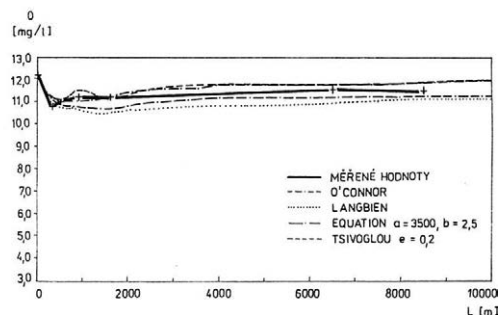
Ze vztahů, které jsou uvedeny v předchozím textu, je zřejmé, že při konstantním $n = 1,024$ v rovnici (3) je možné K_2 měnit pouze u tří metod – READ, TSIVOGLU a EQUATION. Přímou lze měnit K_2 u metody READ, nepřímo pomocí koeficientu úniku e u metody TSIVOGLU a pomocí konstant a, b u metody EQUATION. U těchto dvou posledních metod je tedy možné provést kalibraci modelu a nalézt nejvhodnější tvar odpovídajících vztahů pro výpočet K_2 . Kritériem kalibrace byla ve všech případech vizuální shoda měřených (odvozených) a simulovaných průběhů koncentrací rozpuštěného kyslíku v monitorovaném úseku toku pod bodovým zdrojem znečištění.

Na obr. 2 až 5 jsou uvedeny výsledné průběhy koncentrací rozpuštěného kyslíku simulované pomocí programu QUAL2E při zadání koeficientu reace za pomocí všech uvedených metod. U metod, které lze kalibrovat, byla provedena kalibrace.

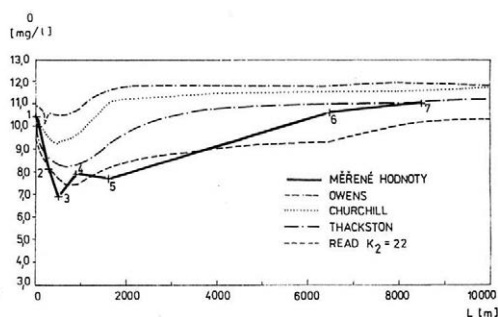
Na obr. 2 a 3 jsou znázorněny výsledné průběhy modelových koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě pro klimatické jaro. Na obr. 4 a 5 pak je znázorněno totéž pro klimatický podzim. Pro srovnání je uveden průběh koncentrace rozpuštěného kyslíku získaný zprůměrováním příslušných hodnot naměřených za odpovídající klimatická čtvrtletí. Rovněž všechny okrajové podmínky, při kterých je modelování provedeno, tj. vtok a přítoky do příslušného úseku toku, kvalita vody a teplota vody a ovzduší, jsou průměrnými hodnotami příslušných veličin za jednotlivá klimatická čtvrtletí. Přitom v toku je uvažováno ustálené rovnoměrné proudění. Pro úplnost jsou v tab. I uvedeny v jednotlivých profilech i průměrné průtoky, teploty vody a ovzduší.



2. Průběhy modelových koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě pro klimatické jaro – Courses of model concentrations of oxygen dissolved in water for climatic spring



3. Průběhy modelových koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě pro klimatické jaro – Courses of model concentrations of oxygen dissolved in water for climatic spring



4. Průběhy modelových koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě pro klimatický podzim – Courses of model concentrations of oxygen dissolved in water for climatic autumn

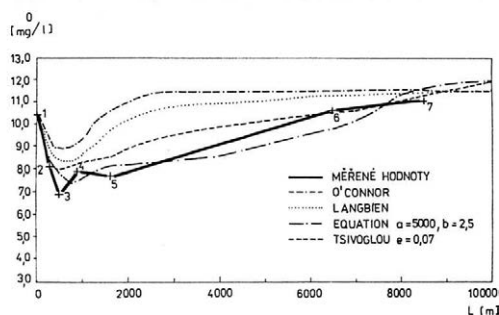
VÝSLEDKY A DISKUSE

Na základě numerické analýzy (Starý et al., 1993b) lze shrnout tyto skutečnosti:

Všechny metody pro zadání koeficientu reace svým způsobem vyhovují a lze je s větší či menší přesností použít. Struktura většiny vztahů, které jsou v nich

Profil číslo ¹	Jaro ²			Podzim ³		
	Q	T_{voda}^4	T_{vzduch}^5	Q	T_{voda}	T_{vzduch}
	m ³ .s ⁻¹	°C	°C	m ³ .s ⁻¹	°C	°C
1	0,177	7,6	11,7	0,072	7,8	9,3
2	0,199	7,8	17,0	0,094	9,4	9,4
3	0,209	7,7	16,8	0,114	9,0	9,3
4	0,231	7,6	15,8	0,123	8,9	9,0
5	0,242	7,3	16,3	0,098	8,0	8,9
6	0,256	7,5	17,9	0,129	9,5	9,9
7	0,279	7,7	17,0	0,248	7,9	9,6
ČOV	0,022	9,48	11,7	0,022	9,47	9,3

¹ profile No., ² spring, ³ autumn, ⁴ water, ⁵ air



5. Průběhy modelových koncentrací rozpuštěného kyslíku ve vodě pro klimatický podzim – Courses of model concentrations of oxygen dissolved in water for climatic autumn

měřené hodnoty – measured values

použity, je převážně odvozena jako rovnice regresní křivky, zpracovaná pro konkrétní tok, pro který byla provedena kalibrace modelu.

Všechny modely lze do jisté míry kalibrovat použitím změny koeficientu n ve vztahu (2), resp. (3). Změna tohoto koeficientu způsobuje v převážné většině případů pootáčení simulované křivky koncentrace rozpuštěného kyslíku kolem počátku. Po provedených numerických experimentech však doporučujeme ponechat tento koeficient zadaný implicitní hodnotou, která se ukazuje jako vhodná pro všechny typy modelů.

Při zadání n implicitní hodnotou je možné kalibrovat pouze metody READ, EQUATION a TSIVOGLOU. Nelze kalibrovat metody CHURCHILL, O'CONNOR, OWENS, THACKSTON, LANGBIEN.

Z metod, které takto lze kalibrovat, dává nejlepší výsledky metoda EQUATION, a to i tehdy, ponecháme-li její koeficienty a , b konstantní po celý rok, což při malém počtu odebraných vzorků usnadňuje její použití. Metoda READ dává o poznání horší výsledky. Její použití je možné výrazně zlepšit při sestavení kalibrační křivky pro každé klimatické roční období zvlášť. Pokud tuto křivku sestojíme pro celý rok, kva-

lita dosažených výsledků znatelně klesá. Je zřejmé, že takovéto kalibrační křivky suplují do jisté míry nelineární vztah, obsažený v metodě EQUATION. Přístup však vyžaduje větší počet odebraných vzorků pro všechna roční období. Při takovém přístupu se pak metoda READ stává univerzální. Metoda TSIVOGLOU dává z této trojice výsledky nejhorší, pokud je únikový koeficient konstantní po celý rok. Pro jednotlivá období však je možné tuto metodu kalibrovat velice dobře.

Metody, které nelze kalibrovat (CHURCHILL, O'CONNOR, OWENS, THACKSTON, LANGBIEN), najdou svoje uplatnění především u začínajících řešitelů, kteří nemají dostatek zkušeností a znalostí v oblasti řešené problematiky, resp. v případech toků, kde je velmi málo pozorování a není k dispozici dostatečné množství vstupních podkladů pro kalibraci. Co se týká vhodnosti použití těchto metod, v jarních měsících nejlépe vyhovují metody CHURCHILL, OWENS a O'CONNOR, v letních měsících metody THACKSTON a LANGBIEN, v podzimních měsících metody THACKSTON a LANGBIEN, v zimních měsících pak metody OWENS a CHURCHILL.

Je tedy zřejmé i doporučení použití jednotlivých metod pro jednotlivá klimatická období. Není třeba se příliš obávat volby některé z uvedených metod, zejména těch, co nelze kalibrovat. Mnohem závažnější důsledek může mít naopak volba metody, kterou lze kalibrovat při použití nevhodných hodnot příslušných koeficientů. Zde pak může dojít k dosažení nevyhovujících hodnot simulovaných průběhů koncentrací ukazatelů znečištění pod bodovým zdrojem znečištění a k znehodnocení použitelnosti programu QUAL2E v podmínkách našich toků. Naše zkušenosti s jeho užitím jsou přitom vesměs příznivé a použití tohoto programu, zejména v podmínkách toků bystřinného typu, kde dochází k poměrně intenzivnímu provzdušnění, doporučujeme.

LITERATURA

BROWN, L. C. – BARNWELL, T. O.: The entranced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS. En-

vironmental Research Laboratory Office of Research and Development, Athens, Georgia, 1987.

LÁNIČEK, J.: Modelování koncentrace rozpuštěného kyslíku pod městskou čistírnou odpadních vod za použití programu QUAL2E se zřetelem k samočisticí schopnosti toku. [Diplomová práce.] Brno, 1994. – VUT FAST ÚVHK.

STARÝ, M. – DOLEŽAL, P. – MILERSKI, R. a kol.: Vliv působení bodových zdrojů znečištění na čistotu malých vodních toků bystřinného typu. Užití programu QUAL2E. [Výzkumná zpráva.] Brno, VUT FAST ÚVHK 1993a.

STARÝ, M. – DOLEŽAL, P. – MILERSKI, R. a kol.: Vliv působení bodových zdrojů znečištění na čistotu malých vodních toků bystřinného typu. Užití programu QUAL2E – koeficient reace, biologická studie monitorovaného toku a shrnutí výsledků výzkumu za období 1992 až 1994. [Výzkumná zpráva.] Brno, VUT FAST ÚVHK 1993b.

ČSN 75 7221. Klasifikace jakosti povrchových vod.

Došlo 20. 4. 1995

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Miloš Starý, CSc., Vysoké učení technické, Stavební fakulta, Ústav vodního hospodářství krajiny, Žitkova 17, 662 37 Brno, Česká republika, tel.: 05/726 17 70, fax: 05/726 17 28

ČISTICÍ ÚČINEK PŮDY PŘI ZÁVLAZE PŘERONEM ODPADNÍMI VODAMI

PURIFYING EFFECT OF SOIL DURING FLOOD IRRIGATION BY WASTE WATERS

J. Šálek

Technical University, Faculty of Civil Engineering, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Advantages of flood irrigation are its simplicity and energy undemandingness. This way of irrigation is most frequently used in irrigation of meadows. The principle of flood irrigation consists in uniform distribution of water in irrigated strip and its gradual flowing (stream) at the simultaneous infiltration. The size of an affluent is chosen in dependence on the slope, quality of grading and infiltration qualities of soil in order to obtain uniform moistening of the whole flood strip. Within research examinations carried out in the years 1992 to 1995 we aimed at the research of purifying effect of 0.25 m high profile of sandy loam soils under irrigation of mechanically purified sewage. Flooding strip was placed in the testing tilting trough whose construction is in Fig. 1. It was found out that purifying effect of soil of flooding strip is very good in irrigation by wastewater drain and sanitary sewer in investigated indicators of pollution. The best results were obtained with stabilized soil profile in the first year of research (Tab. I). In the second year upper part of the soil profile was damaged a little and small cracks decreased resulting purifying effect (Tab. II). Very unfavourable results were found in winter irrigation (January 18, 1995). An investigation found out that purifying effect of soil is balanced for the whole time of irrigation (Tab. III). Purifying effect of shallow-frozen soils to a depth of 0.05 m in surface flowing (stream) of waste water. The results obtained are negative (Tab. IV). Much more favourable are effects from the growing season. At the end of 1994 the grassland of flooding strip was irrigated by dam water. Four irrigation doses by waste waters in the growing season preceded this irrigation. It follows from the results of Tab. V that composition of infiltrated water was not affected. Generally speaking, purifying effect of sandy loam soils of flooding strip is good and that this way of irrigation – wastewater drain and sanitary sewer – can be used in practice. The testing equipment used allows a choice of optimal variants of solution.

wastewater drain; flood irrigation; purifying effect

ABSTRAKT: Jednou z možností čištění a využití splaškových odpadních vod je závlaha luk přeronom. Výsledky šetření na testovacím svahu prokázaly velmi dobrý čistící účinek a schopnost dostatečného vyčištění odpadní vody při současném využití její vodní a živinné hodnoty. Nejlepší výsledky byly docíleny na stabilizovaném profilu písčitohlinitých půd. Čistící účinek byl po celou dobu zkoumání vyrovnaný a dosažené výsledky byly velmi blízké kontrolním hodnotám stanoveným při závlaze říční (přehradní) vodou. Méně příznivé výsledky byly získány při závlaze mimovegetační na mėlce zamrzlé půdě. Tento způsob závlahy není vhodný pro mimovegetační závlahy, a to nejen pro snížený čistící účinek, ale i pro nedostatečné poutání rostlinných živin.

splaškové odpadní vody; závlaha přeronom; čistící účinek

ÚVOD

Závlaha přeronom odpadními vodami patří u nás k poměrně málo užívaným způsobům. Předností tohoto způsobu je jednoduchost, praktická využitelnost, energetická nenáročnost a ekonomická výhodnost. V praxi se s tímto způsobem závlahy setkáme zejména při závlaze luk, pastvín, u filtračních ploch určených pro čištění odpadních vod, při závlaze rychlerostoucích dřevin a vrbových porostů, při návrhu přeronomových pásů s mokřadní vegetací a vsakovacích pásů určených k ochraně před znečištěními povrchovými vodami.

Závlaha přeronom spočívá v přívodu odpadní vody na přeronomovou plochu nízkotlakým potrubím, v jejím následném rozdělení po zavlažované ploše a v postupném ronu v tenké vrstvě po zavlažované ploše při současně infiltraci do půdy. Optimální způsob při závlaze zemědělských plodin spočívá v nastavení takového počátečního přítoku, který by zajistil rovnoměrné navlažení po celé délce přeronomového pásu. Velikost počátečního přítoku volíme v závislosti na sklonu, filtračních vlastnostech půdy, kvalitě urovňávky a plodině. Bližší podrobnosti a zásady návrhu specifického přítoku a teoretické řešení pásového přeronomu uvádějí Šálek (1993) aj.

Při závlaze odpadními vodami zemědělských plodin a lesních dřevin není přípustný povrchový odtok odpadní vody ze zavlažované plochy. Ostatní způsoby využívání přeronu převážně k čištění odpadních vod a znečištěných povrchových vod se navrhuji individuálně, podle specifických vlastností zařízení. Při průtoku odpadní vody v tenké vrstvě po povrchu půdy dochází k zachycení suspendovaných látek, tento proces se zvyšuje při přerovných pásích s vegetací, zejména s travními porosty. Odpadní voda postupně vsakuje do půdy, kde probíhají intenzivní čisticí procesy, při nichž dochází k postupnému rozkladu organické hmoty, její mineralizaci a uvolňování živin, především dusíku a fosforu, které jsou využívány rostlinami současně se závlahovou vodou. Půda je obohacována nejen rostlinnými živinami, ale i řadou stopových prvků a organickými, humusotvornými látkami. Velikost závlahové dávky se stanoví v takové výši, aby nedošlo ke kontaminaci podzemních vod.

MATERIÁL A METODA

Čisticí účinek přerovného svahu byl zkoumán na testovacím modelu umělého svahu, který je znázorněn na obr. 1. Model tvoří kovová příhradová nosná konstrukce, v níž je uložen žlab o rozměrech 4 000 x 700 x 300 mm. Nosná konstrukce je kloubově uložená v ložisku, což umožňuje měnit úhel sklonu žlabu v rozmezí 0° až 25°. Na okraji žlabu je osazena ocelová nádrž se stavoznakem a rozdělovací zařízení s regulačním ventilem. Rozdělovací zařízení je zhotoveno z perforované polyetylenové trubky, která rozvádí vodu po celé šířce svahu. Intenzita přítoku vody na svah je regulována ventilem. Půdní profil byl zatížen kritickou závlahovou dávkou 50 mm.

Prostor žlabu je naplněn mechanicky hutněnou písčitohlinitou půdou, dostatečně homogenizovanou a stabilizovanou. Bližší podrobnosti o složení a hydrofyzikálních vlastnostech použité půdy v procesu výzkumu uvádějí Š á l e k et al. (1994). Pod půdním profilem je uložen pískový filtr tloušťky 50 mm. Koncovou část

umělého svahu tvoří čelní štít se sběrným žlábkem pro zachycení a měření povrchového odtoku a jímacím drénem k zachycení podpovrchového odtoku. Při vlastním výzkumu jsme měřili povrchový odtok, půdní smyv a odtok z drénu zachycený v drenážní vrstvě nacházející se pod půdním profilem.

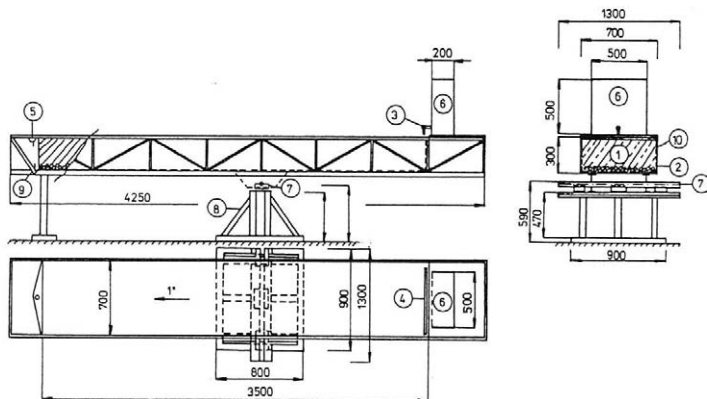
Při vlastním výzkumu jsme se zaměřili především na tyto hlavní problémy a jejich vzájemné porovnání:

- čisticí účinek půd při přerovné vodě zkoumaným přerovným svahem v průtočném režimu;
- čisticí účinek půd při přerovné odpadní a přehradní (říční) vody přerovným svahem v neprůtočném režimu;
- vyplavování zkoumaných indikátorů (složek) z půdy;
- časový průběh vyplavování zkoumaných indikátorů znečištěných v závislosti na čase;
- vliv předchozích závlah odpadními vodami na kvalitu infiltrující vody.

Výzkumné práce jsme realizovali především ve vegetačním období, kontrolní pokus jsme uskutečnili na zamrzlé půdě. Povrch půdy přerovných pásů byl nejprve holý, v druhé etapě byl s travním porostem. Sklon svahu byl v základní řadě pokusů 1°. Zavlažovali jsme mechanicky čištěnou odpadní vodou (spláskovou) ze sídliště Kohoutovice, kontrolní šetření jsme uskutečnili s vodou z Kníničské přehrady. Pokusný svah jsme zatěžovali 140 l odpadní vody (přehradní vody). Přítok vody při bezodtokém režimu byl regulován tak, aby na délce svahu 2 m došlo k úplnému vsáknutí odpadní vody. Měřili jsme přítok odpadní vody, sledovali velikost infiltrační plochy a zachycovali jsme filtráty ze dna na konci zkušebního žlabu.

U základního výzkumu tvořily náplň žlabu písčitohlinité půdy, které byly před počátkem výzkumu zhutněné, navlažené a stabilizované. Přídavné hnojení průmyslovými nebo statkovými hnojivy nebylo zkoumáno.

Vzorky vody jsme odebírali z odtokového žlábků na konci přerovného svahu a ze zachytého drénu. Přerovný svah byl před každým pokusem vyrovnán a travní porost pokosen. Sledovali jsme počáteční vlhkost půdy, fyzikální vlastnosti půd a podrobně podchytili průběh infiltrace do půdy.



1. Schéma uspořádání umělého přerovného svahu (1 – půdní profil, 2 – žlab, 3 – regulační uzávěr, 4 – rozdělovací potrubí, 5 – zachytňný žlábek, 6 – nádrž se závlahovou vodou, 7 – kloub na uložení žlabu, 8 – stojan, 9 – drén, 10 – vnitřní izolace) – Diagram of arrangement of artificial flood slope (1 – soil profile, 2 – trough, 3 – regulating lock, 4 – separating piping, 5 – trapping trough, 6 – tank with irrigation water, 7 – joint to deposit trough, 8 – stand, 9 – drain, 10 – inside insulation)

VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci výzkumných šetření jsme se zaměřili především na stanovení čistícího účinku svrchních vrstev při přeronu a následné filtraci odpadní vody. Výška půdního profilu činila pouze 0,25 m, což odpovídá v podstatě výšce orniční vrstvy. Použité testovací zařízení je určeno ke stanovení čistícího účinku orniční vrstvy, nelze jím sledovat čistící účinek půdního profilu. Sledovali jsme pouze omezený počet indikátorů znečištění, vybrané uvádíme ve výsledcích, jsou jimi CHSK(Cr), BSK₅, amoniak, dusičnany, fosforečnany, celkový fosfor, vápník a hořčík. Výsledný čistící účinek byl vyhodnocen ze složení použité odpadní a přehradní vody a složení filtrátů odpadní a přehradní vody půdou, resp. odtoků z přeronomých ploch. Výzkum čistícího účinku přeronomého pásu se uskutečnil v letech 1992 až 1995.

Výsledky sledování čistícího účinku nezatravněných půd při zatěžování odpadní a přehradní vodou jsou uvedené v tab. I. U CHSK a BSK₅ činí při závlaze odpadní vodou čistící účinek 64,6, resp. 92,6 %, u nerozpuštěných látek 97,4 %, u amoniaku 96,4 % a u fosforečnanů 82,7 %. K vyplavování dochází u dusičnanů, vápníku, hořčíku a u rozpuštěných látek. Při přeronu přehradní vodou dochází k vyplavování prakticky u všech zkoumaných indikátorů. Rozdíl ve složení filtrátů odpadní a přehradní vodou je velmi malý a u nejdůležitějších indikátorů znečištění je prakticky zanedbatelný.

Výsledky čistícího účinku půdy při přeronu na zatravněném přeronomém pásu jsou uvedené v tab. II. Hodnoty čistícího účinku ve vegetačním období u BSK₅ se pohybují od 53,1 do 77,0 %, u amoniaku od

59,1 do 91,5 %. Výrazně horší výsledky byly při přeronu v mimovegetačním období ($e - 18$. 1. 1995), na zamrzlých půdách, kdy čistící účinek byl velice nízký a u CHSK a BSK₅ činil pouze 32,6, resp. 14,4 %. K vyplavování ve větším počtu případů docházelo u vápníku a hořčíku. Uvážíme-li, že jde o čistící účinek prakticky orniční vrstvy, jsou dosažené výsledky uspokojivé.

Sledovali jsme i průběh čistícího účinku při přeronu v závislosti na čase. Poznatky získané na zatravněném přeronomém pásu jsou uvedené v tab. III. U CHSK, BSK₅, amoniaku, dusičnanů a fosforečnanů je čistící účinek na počátku poměrně vyrovnaný a s dozríváním filtrace, po ukončení závlahy se zvyšuje. U vápníku a hořčíku je téměř vyrovnaný. Negativní vliv závlahy na snížení propustnosti (zakolmatování) svrchních vrstev zatravněného půdního povrchu nebyl zjištěn, pouze u holých půd vzniká v důsledku přeromu vody tenká kůrka, která byla průběžně mechanicky rozrušovaná.

Další důležitou součástí výzkumu je sledování čistícího účinku přeronomého pásu při povrchovém toku odpadní vody. Výzkum jsme uskutečnili v letním období a v zimním období na mírně promrzlé půdě. Výsledky z výzkumu jsou uvedené v tab. IV. Výsledky ze zimního období jsou zcela neuspokojivé, u CHSK činí čistící účinek půdy pouze 18,6 %, u BSK₅ 30,3 %, u amoniaku 4,5 %. Podstatně lepší výsledky jsme získali v letním období, kdy hodnota CHSK činila 63,8 %, BSK₅ 70,9 %, a to při přeronu na vzdálenost 4 m. Nedostatečný je čistící účinek u amoniaku a k vyplavování docházelo u hořčíku. Z výsledků jednoznačně vyplývá, že nelze využívat mimovegetační závlahu přeronom na zamrzlé půdě, což je v praxi aplikováno např. u močůvkových závlah, kde východí složení odpadních vod tohoto druhu je daleko nepříznivější.

I. Sledování čistícího účinku nezatravněného přeronomého pásu při přeronu a filtraci přehradní a odpadní vody – Investigation of purifying effect of non-grass-covered flooding strip in flooding and filtration of dam and waste water

Kvalitativní ukazatele ¹	Odpadní voda ¹¹		Přehradní voda ¹²		Rozdíl ¹⁸ (c)
	složení ¹⁴ (a)	čistící účinek ¹⁵ (%)	složení (b)	čistící účinek (%)	
pH	7,2		7,2		0,23
CHSK(Cr)	113,0	64,6	10	-220	8,0
BSK ₅	27	92,6	2	-50	-1,0
RL	516	-39,7	273	-103,7	165
NL	39	97,4	2	-100	-3
Amoniak ²	47,5	96,4	0,4	-268	0,3
Dusičnany ³	1,7	-9 782	6,5	-2 300	8,0
Fosforečnany ⁴	4,5	82,7	0,1	-2 067	-0,5
Sodík ⁷	46,3	69,1	14,6	13,7	1,7
Draslík ⁸	15,4	89,0	5,0	42,0	-1,2
Vápník ⁹	76,2	-57,5	44,1	-81,9	39,8
Hořčík ¹⁰	21,1	-47,9	10,1	-1,5	5,9

c – rozdíl ve složení filtrátů odpadní a přehradní vody (složení filtrátů není v tabulce uvedeno); složení vyjádřeno v g.m⁻³ – c – difference in filtrate composition of waste and dam water (filtrate composition is not presented in table); composition expressed in g.m⁻³

¹qualitative indicators, ²ammonia gas, ³nitrites, ⁴phosphates, ⁵nitrites, ⁶total phosphorus, ⁷sodium, ⁸potassium, ⁹calcium, ¹⁰magnesium, ¹¹waster water, ¹²dam water, ¹³difference, ¹⁴composition, ¹⁵purifying effect

II. Čistící účinek zatravněného přerónového pásu při filtraci odpadní vody – Purifying effect of grass-covered flooding strip in infiltration of waste water

Kvalitativní ukazatel ¹	Čistící účinek ¹² (%)				
	filtrát půdním profilem ¹³				
	a	b	c	d	e
CHSK(Cr)	75,0	60,5	47,7	64,7	32,6
BSK ₅	77,0	66,9	53,1	75,6	14,4
Amoniak ²	91,5	81,4	59,1	89,5	-0,5
Dusičnany ³	12,9	x	45,1	37,0	x
Fosforečnany ⁴	x	x	42,2	77,6	5,3
Fosfor celkový ⁶	x	x	42,1	77,6	0,0
Vápník ⁹	-106,7	-48,7	25,0	84,0	16,0
Hořčík ¹⁰	5,4	-75,2	-272	46,9	5,6
Závlaha dne ¹¹	14. 7. 93	8. 11. 93	8. 6. 94	17. 8. 94	18. 1. 95

a až d – filtrát půdním profilem na nezamrzlé půdě; e – půdní profil zamrzlý na hloubku 0,05 m, filtrace po rozmrazení odpadní vodou; x – nebylo sledováno – a to d – filtrate through soil profile on unfrozen soil; e – soil profile frozen to a depth of 0.05 m, filtration after defrosting by waste water; x – was not studied

For 1–10 see Tab. I, ¹¹irrigation on, ¹²purifying effect, ¹³filtrate through soil profile

III. Sledování čistícího účinku půdy zatravněného přerónového pásu a následné filtrace odpadní vody v závislosti na čase – Studying of purifying effect of grass-covered flooding strip and subsequent filtration of waste water in dependence on time

Kvalitativní ukazatel ¹	Čistící účinek půdy ¹¹ (%)				
	a	b	c	d	e
CHSK(Cr)	72,5	66,7	72,5	85,5	85,5
BSK ₅	73,9	75,6	89,5	91,3	92,8
Amoniak ²	87,4	89,5	91,0	95,4	96,1
Dusičnany ³	37,0	37,0	37,0	54,5	54,5
Fosforečnany ⁴	72,9	77,6	82,5	90,2	93,6
Fosfor celkový ⁶	72,6	77,6	82,5	90,1	93,5
Vápník ⁹	76,0	84,0	84,0	44,0	84,0
Hořčík ¹⁰	42,8	46,9	26,5	53,1	44,9

Složení filtrátu: a – na počátku filtrace (9 h 40 min), b – průměrný filtrát (9 h 40 min až 9 h 50 min), c – průměrný filtrát (9 h 50 min až 11 h 20 min), d – filtrát na závěr závlahy (11 h 20 min až 11 h 30 min), e – složení filtrátu druhý den (po 24 h) – Filtrate composition: a – at the beginning of filtration (9 h 40 min), b – average filtrate (9 h 40 min to 9 h 50 min), c – average filtrate (9 h 50 min to 11 h 20 min), d – filtrate at the end of irrigation (11 h 20 min to 11 h 30 min), e – composition of filtrate on the second day (after 24 h)

For 1–10 see Tab. I, ¹¹purifying effect of soil

Na závěr závlahového období v roce 1994 byl přerónový pás zavlažen přehradní vodou a byl zjišťován vliv předcházejících závlah mechanicky čistěnými odpadními vodami na složení filtrátu. Složení přehradní vody a průměrné složení filtrátu této vody půdním profilem jsou uvedené v tab. V. Z rozdílu ve složení přehradní vody a filtrátu jednoznačně vyplývá, že předchozí závlahy odpadními vodami negativně neovlivňují kvalitu infiltrující přehradní vody.

Z výsledků šetření vyplývá, že čistící účinek 0,25 m vysokého půdního profilu písčitohlinitých půd je velmi dobrý a dokáže zachytit a zpracovat podstatnou část znečištění. Nejvyšší hodnoty byly docílené na nově založeném stabilizovaném půdním profilu. Po zimním období 1992–1993 došlo k menšímu poškození půdního profilu a vzniku mikrotrhlin, což se projeвило poně-

kud nižším čistícím účinkem. Čistící účinek po celou dobu závlahy je vyrovnán. Závlaha přehradní vodou na konci roku 1994, která následovala po čtyřech předchozích dávkách odpadními vodami, neprokázala jejich negativní vliv na složení filtrátu. Zcela jednoznačně byl prokázán nízký čistící účinek zimních závlah odpadními vodami na mělce zamrzlém půdním profilu, a to jak při filtraci, tak i při povrchovém toku.

V praxi stanovíme základní návrhové parametry přerónu a velikost závlahové dávky v závislosti na hydrofyzikálních vlastnostech půdy a požadované hloubce navlažení. Testovací zařízení umožňuje porovnání různých způsobů uspořádání závlahy přerónem a výběr nejvhodnější alternativy, při níž se dosahuje nejpříznivější čistící účinek půdy.

IV. Porovnání čistícího účinku zatravněného přerónového pásu při přerónu v zimním a letním období – Comparable purifying effect of grass-covered flooding strip in flooding in winter and summer seasons

Kvalitativní ukazatelé ¹	18. 1. 1995			17. 8. 1994		
	složení ¹²		čistící účinek ¹³ (%)	složení		čistící účinek (%)
	odpadní voda ¹⁴	P _Z		odpadní voda	P _L	
CHSK(Cr)	208,7	169,9	18,6	273,8	99,2	63,8
BSK ₅	65,9	45,9	30,3	99,5	28,9	70,9
Amoniak ²	68,5	65,4	4,5	29,6	25,3	14,5
Dusičnany ³	x	x	x	3,0	2,3	24,2
Fosforečnany ⁴	18,1	18,1	0	12,8	9,1	28,9
Fosfor celkový ⁶	5,9	5,9	0	4,2	3,0	29,1
Vápník ⁹	50,1	66,1	-32,0	25,1	10,0	60,0
Hořčík ¹⁰	47,4	29,2	38,5	59,6	60,3	-1,2
Nerozpuštěné látky ¹¹	590,0	340,0	42,4	x	x	x

x – nebylo sledováno; P_Z, P_L – přerón s povrchovým odtokem v zimním a letním období; složení jednotlivých ukazatelů vyjádřeno v g.m⁻³
 – x – was not studied; P_Z, P_L – flooding with surface discharge in winter and summer seasons; composition of individual indicators expressed in g.m⁻³

For 1–10 see Tab. I, ¹¹insoluble substances, ¹²composition, ¹³purifying effect, ¹⁴waste water

V. Složení přehradní vody a filtrátu při závlaze přerónem na půdě po dva roky zavlažované odpadními vodami (22. 11. 1994) – Composition of dam water and filtrate in flood irrigation in soil two years irrigated by waste waters (November 22, 1994)

Kvalitativní ukazatelé ¹	Složení ¹¹		Rozdíl ¹²
	přehradní vody ¹³	filtrátu přehradní vody ¹⁴	
	(a)	(b)	(a – b)
pH	7,9	8,2	-0,3
CHSK(Cr)	19,3	14,6	4,7
BSK ₅	9,7	8,6	1,1
Amoniak ²	1,1	2,5	-1,4
Dusičnany ³	13,0	11,0	2,0
Dusitany ⁵	0,2	0,3	-0,1
Fosforečnany ⁴	2,5	2,2	0,3
Fosfor celkový ⁶	0,8	0,7	0,1
Vápník ⁹	46,1	68,1	-22,0
Hořčík ¹⁰	12,2	14,6	-2,4

Údaje o složení přehradní a odpadní vody jsou vyjádřeny v g.m⁻³ – Data on composition of dam and waste waters are expressed in g.m⁻³

For 1–10 see Tab I, ¹¹composition, ¹²difference, ¹³dam water, ¹⁴filtrate of dam water

LITERATURA

ŠÁLEK, J.: Závlahové stavby. Brno, VUT 1993.

ŠÁLEK, J. – KASPRZAK, K. – ELAZIZY, I.: Závlaha odpadními vodami z venkovských sídlišť a jejich vliv na životní prostředí. [Výzkumná zpráva.] Brno, VUT 1994. 54 s.

Došlo 20. 4. 1995

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Jan Šálek, CSc., Vysoké učení technické, Stavební fakulta, Ústav vodního hospodářství krajiny, Žitkova 17, 662 37 Brno, Česká republika, tel.: 05/726 17 78, fax: 05/726 17 28

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu ROSTLINNÁ VÝROBA
k rukám RNDr. E. Stříbrné
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

ADVERTISEMENT

The Editors of the journal offer to the Czech as well as foreign firms the possibility of advertising on pages of the ROSTLINNÁ VÝROBA (Plant Production) journal. Through your adverts published in our journal, the specialists both from the field of research and production will be informed about your products.

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA
attn. RNDr. E. Stříbrná
Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

HODNOTY MĚRNÉHO POVRCHU V ZEMĚDĚLSKÝCH PŮDÁCH REGIONU JIHOZÁPADNÍ MORAVY

VALUES OF SPECIFIC SURFACE AREA IN AGRICULTURAL SOILS IN THE REGION OF SOUTHWESTERN MORAVIA

J. Jandák

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: In 52 samples obtained from 12 soil profiles of southwestern Moravia the specific surface area was estimated as well as the degree of its dependence on the basic characteristics of soils. The external specific area of fine earth was estimated by means of the method of positive adsorption of tetrachlormethane vapours (S t a w i n s k i et al., 1987; J a n d á k, 1991). The surface area of fine earth particles corresponding to the monolayer of water was determined using the method of positive adsorption of water vapour under isothermic conditions at 20 °C. The total specific surface area of fine earth fraction was calculated by the following equation (S p o s i t o, 1984):

$$Am_A = 2Am_{H_2O} - Am_E \quad (m^2.kg^{-1})$$

where: Am_{H_2O} – the surface of fine earth particles corresponding to the monolayer of water

Am_E – external specific surface area

The survey of obtained results is presented in Tab. I. When evaluating the relationship between the total specific surface area and the internal specific area on the one hand and contents of clayey particles and/or clay on the other (Tab. II), it is possible to find a higher correlation to the internal specific surface area than to the total one. A very tight relationship was found between the total and internal specific surface on the one hand and the maximum hygroscopic coefficient on the other. It results from the correlation coefficient expressing the relationship between the percentage of internal specific surface area and the maximum hygroscopic coefficient $r(\%Am_I - \max. \text{hydr.}) = -0.325$, that the value of maximum hygroscopic coefficient decreased with increasing percentage of internal specific surface area. The correlation coefficient was significant. The relationships between the total and/or internal specific surface area on the one hand and the volume of capillary pores on the other were significant and highly significant, resp. There was a low tightness of the relationship between both the total and internal specific surface area on the one hand and the content of oxidizable carbon on the other; in individual soil types this relationship was manifested in different ways. In the case of a dystic cambisol $r(Am_A - C_{ox}) = 0.994$, $r(Am_I - C_{ox}) = 0.996$, this relationship was positive and highly significant, while a negative one was observed in ortho-albic luvisol, albo-gleyic luvisol and mollic cambisol. A low degree of tightness was observed between total and internal specific surface area and humus quality (i.e. the ratio between humic acids and fulvic acids content). It was found out after the elimination of mollic cambisol from the set of samples under study that the coefficients of correlation $r(Am_A - HA:FA)$; $r(Am_I - HA:FA)$ considerably increased, see 0.336 and 0.369, resp. A highly significant coefficient of correlation was found out between the percentage of internal specific surface area and the content of oxidizable carbon as well as between the percentage of internal specific surface area and the ratio of humic and fulvic acids (HA:FA). The relationship between total and internal specific surface areas on the one hand and the cation exchange capacity on the other showed a high degree of tightness as well as that existing between the percentage of internal specific surface area and the content of available potassium. When evaluating the dependence of surface charge density on parameters mentioned above, it is possible to conclude that highly significant correlation coefficients were observed only in cases of maximum hygroscopic coefficient and of the content of oxidizable carbon.

soil; total specific surface area; internal specific surface area; correlation coefficient

ABSTRAKT: Byl stanoven měrný povrch 52 vzorků 12 půdních profilů jihozápadní Moravy a míra jeho závislosti na základních charakteristikách půd. Vysoce průkazné koeficienty korelace vyjadřují vztah celkového i vnitřního měrného povrchu částic jemnozeme k obsahu jílnatých částic, obsahu částic jílů, maximální hygroscopicitě a maximální výměnné sorpční kapacitě. S výjimkou vztahu k maximální hygroscopicitě, u kterého je rozdíl minimální, je vztah vnitřního měrného povrchu k uvedeným parametrům výrazně těsnější než vztah vnějšího měrného povrchu. Hodnota maximální hygroscopicity klesá při růstu hodnoty procentuálního zastoupení vnitřního měrného povrchu částic jemnozeme.

půda; celkový měrný povrch; vnitřní měrný povrch; koeficient korelace

Kutílek (1962) se zabýval stanovením celkového měrného povrchu deseti půdních představitelů s cílem předložit jednoduchou metodu pro sériové stanovení. Proto citovaná práce neposuzuje vztah měrného povrchu k základním charakteristikám půd. Talafantová (1976) se zabývala vztahem měrného povrchu ornic osmi půdních představitelů k velikosti agregátů, k vlivu smáčení a vysoušení půdních vzorků a k objemové hmotnosti redukované. Avšak hodnoty získané desorpční dusíku jsou prezentovány jako měrný povrch (ve smyslu celkový), ačkoliv vyjadřují vnější měrný povrch.

V naší aktuální metodické literatuře (Králová, 1991) se setkáváme s doporučením stanovení pouze celkového měrného povrchu půdy, a to buď adsorpční par vody za jejich relativní tenze (p/p_0) rovné 0,20 (Kutílek, 1962), nebo na základě sorpce etylenglykolu (Dyal, Hendricks – cit. Puri, Murari, 1963).

Údaje rentgenové difrakční analýzy ukazují, že když proběhne hydratace mezivrstev, hmotnost adsorbátu tvořícího monovrstvu stanovená pomocí rovnice B.E.T. odpovídá jedné vrstvě molekul vody na vnějším povrchu plus jedné vrstvě molekul vody vniknuvší do mezivrstevných prostorů jílových minerálů (Mooney et al., 1952). Tato skutečnost nebyla v pracích českých autorů zohledněna.

MATERIÁL A METODA

Vnější měrný povrch jemnozeme byl stanoven metodou pozitivní adsorpce par tetrachlormetanu (Stawinski et al., 1987; Jandák, 1991). Povrch částic jemnozeme odpovídající monovrstvě vody byl stanoven metodou pozitivní adsorpce par vody za izotermických podmínek při 20 °C za tlaku 7 333 Pa při použití pěti různých tenzí par vody v rozmezí 0,44 až 0,15. Hmotnost vody tvořící monovrstvu x_{mH_2O} byla vypočítána pomocí rovnice B.E.T. Povrch částic jemnozeme odpovídající monovrstvě vody byl vypočítán pomocí vzorce:

$$Am_{H_2O} = 3,614 \cdot 10^3 \cdot x_{mH_2O} \quad (m^2 \cdot kg^{-1}) \quad (1)$$

Koeficient $3,614 \cdot 10^3$ byl získán dosazením do vzorce (Sposito, 1984):

$$Am = \frac{x_m}{Mr} \cdot N_A \cdot a_m \cdot 10^{-15} \quad (m^2 \cdot kg^{-1}) \quad (2)$$

kde: x_m – hmotnost adsorbátu tvořícího monovrstvu ($kg \cdot kg^{-1}$)
 Mr – poměrná molekulová hmotnost adsorbátu ($g \cdot mol^{-1}$)
 N_A – Avogadrova konstanta (mol^{-1})
 a_m – krycí plocha připadající na každou adsorbovanou molekulu (nm^2); krycí plocha molekuly vody činí 0,108 nm^2 (Orchiston, 1959)

Celkový měrný povrch jemnozeme byl počítán podle vzorce (Sposito, 1984):

$$Am_A = 2Am_{H_2O} - Am_E \quad (m^2 \cdot kg^{-1}) \quad (3)$$

kde: Am_E – vnější měrný povrch jemnozeme

Ze vzorce (3) vyplývá, že vnitřní měrný povrch vy počítáme podle vzorce:

$$Am_I = 2Am_{H_2O} - 2Am_E \quad (m^2 \cdot kg^{-1}) \quad (4)$$

Zrnitostní rozbor byl proveden pipetovací metodou, maximální hygroskopická byla stanovena metodou Lebeděva (při relativní tenzi par vody $p/p_0 = 0,986$), póry kapilární byly stanoveny metodou, kterou publikoval Drbal (1962).

Obsah oxidovatelného uhlíku byl stanoven metodou Walkley–Black v modifikaci Novák–Pelíšek, poměr obsahu huminových kyselin k obsahu fulvokyselin (HK:FK) byl stanoven zkrácenou metodou stanovení frakcí humusových látek (Kononova, Bělčíková, 1961), maximální výměnná sorpční kapacita metodou Mehlicha a obsah přístupného draslíku byl stanoven metodou Schachtschabela.

Plošná hustota záporného náboje byla vypočítána podle vzorce:

$$\sigma = \frac{T}{Am_A} \quad (mmol \cdot m^{-2}) \quad (5)$$

kde: T – maximální výměnná sorpční kapacita ($mmol \cdot kg^{-1}$)
 Am_A – celkový měrný povrch jemnozeme ($m^2 \cdot kg^{-1}$)

Bylo analyzováno 52 půdních vzorků 12 půdních profilů:

1. fluvizemě typické na aluviálních sedimentech nekarbonátových středních, Hevlín (FMm);
2. černice typické akumulované na aluviálních sedimentech nekarbonátových středních, Jaroslavice (ČAm);
3. černozemě černicové karbonátové na aluviálních sedimentech karbonátových středních, Hevlín (ČMČ^c);
4. smonice typické na karbonátových jílech (téglech), Derflce (SAm);
5. černozemě typické na hlinité spraši, Kašenec (ČMm);
6. hnědozemě typické na hlinité spraši, Rešice (HMm);
7. hnědozemě luvizemní na sprašových hlínách, Lančov (HMI);
8. luvizemě pseudoglejové na polygenetických hlínách, Mešovice (LMg);
9. pseudogleje typického na polygenetické hlíně překrývající fylit, Nový Petřín (PGm);
10. kambizemě typické na deluviu svororuly, Vranov (KMm);
11. kambizemě typické kyselé na deluviu ortoruly, Zálesí (KMm^a);
12. kambizemě eutrické na eluvii hadce, Jamolice (KMe).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Přehled výsledků stanovení měrného povrchu je uveden v tab. I. Celkový měrný povrch dosahuje hodnot $17,4 \cdot 10^3 m^2 \cdot kg^{-1}$ v horizontu Cc, černozemě černi-

Půdní vzorek ¹	Hloubka ²	Měrný povrch celkový ³ Am_A	Měrný povrch vnitřní ⁴ Am_I		Plošná hustota záporného náboje ⁵ σ
	(cm)	($10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$)	($10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$)	(% Am_A)	($10^{-3} \cdot mmol \cdot m^{-2}$)
FMm					
Aonp	10–20	77,3	67,2	86,9	2,43
AC	45–55	125,1	106,0	84,8	2,04
A(G)	90–100	167,3	141,6	84,6	1,86
CGo	140–150	134,1	114,9	85,7	1,87
ČAm					
AmIchp	10–20	103,5	90,1	87,1	2,30
AmIc	60–70	173,9	149,8	86,1	1,87
A(G)	110–120	179,3	153,2	85,4	1,67
CGo	150–160	75,5	66,1	87,6	1,89
ČMčc					
Amčcp	10–20	63,4	55,5	87,5	2,57
Amčc	40–50	65,0	56,9	87,6	2,46
Cc	80–90	17,4	14,8	85,2	1,37
CGoc	130–140	90,6	77,7	85,8	1,80
SAm					
Amsp	10–20	136,0	117,8	86,6	2,08
Ams	40–50	186,2	159,8	85,8	1,95
A+C	60–70	183,3	158,5	86,5	1,76
Cc	100–110	208,1	177,4	85,2	1,52
ČMm					
Amčp	10–20	93,5	82,2	87,9	2,18
Amč	40–50	113,7	98,8	86,9	2,09
ACc	65–75	104,9	92,9	88,6	1,94
Cc	80–90	66,2	57,2	86,4	1,44
HMm					
Alp	10–20	94,8	78,0	82,3	2,16
B ₁ t	35–45	123,9	102,5	82,7	2,01
B ₂ t	50–60	147,5	122,7	83,2	1,87
BC	70–80	136,1	109,4	80,4	1,93
Cc	100–110	79,9	64,1	80,2	2,03
HMI					
Alp	10–20	57,8	47,3	81,9	2,39
(El)	30–40	79,2	66,1	83,5	1,32
Bt(g)	50–60	139,6	116,2	83,2	1,74
BC(g)	80–90	118,0	96,4	81,7	1,82
C(g)	110–120	120,0	99,1	82,6	1,77
LMg					
Aop	10–20	73,6	64,7	87,9	2,15
El(g)	25–35	80,6	70,3	87,2	1,80
E+Btg	35–45	114,7	100,7	87,8	1,55
Btg	60–70	134,1	115,9	86,4	1,56
BCg	80–90	146,7	126,9	86,5	1,33
Cg	100–110	140,7	114,6	81,4	1,81
PGm					
Aop	10–20	132,2	107,1	81,0	1,96
En	30–40	251,1	201,4	80,2	1,59
Bmv	65–75	114,6	89,5	78,1	1,79
2BC	110–120	97,3	75,9	78,0	1,80

Půdní vzorek ¹	Hloubka ²	Měrný povrch celkový ³ Am_A	Měrný povrch vnitřní ⁴ Am_I		Plošná hustota záporného náboje ⁵ σ
	(cm)	($10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$)	($10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1}$)	(% Am_A)	($10^{-3} \cdot mmol \cdot m^{-2}$)
KMm					
Aop	5–15	44,8	36,6	81,8	3,30
Bv	30–40	93,8	71,8	76,6	1,36
2Bv	50–60	100,9	81,1	80,4	1,19
2BC	90–100	93,0	73,0	78,5	1,15
KMm^a					
Aop	10–20	42,9	37,7	87,8	2,51
B ₁ v	30–40	23,8	20,2	84,7	1,93
B ₂ v	55–65	23,9	19,9	83,2	2,05
2BC	100–110	23,2	19,4	83,8	1,99
KMe					
Alp	10–20	194,0	157,9	81,4	1,76
ABv	25–35	315,7	255,4	80,9	1,22
Bv	45–55	272,8	219,5	80,5	1,32
BC	60–70	354,1	269,2	76,0	0,86

¹soil sample, ²depth, ³total specific surface area, ⁴internal specific surface area, ⁵surface charge density

cové karbonátové, až $354,1 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ v horizontu BC, kambizemě eutrické.

Měrný povrch vnitřní dosahuje hodnot $14,8 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ v horizontu Cc, černozemě černicové karbonátové, až $269,2 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$ v horizontu BC, kambizemě eutrické. Minimální i maximální hodnoty měrného povrchu celkového i vnitřního nacházíme vždy ve stejných horizontech stejných půdních představitelů. [Metodou i výsledky stanovení vnějšího měrného povrchu se podrobně zabývá J a n d á k (1991).] Hodnotíme-li celé půdní profily, nejnižší hodnoty celkového i vnitřního povrchu byly stanoveny v případech kambizemě typické kyselé, nejvyšší v profilu kambizemě eutrické.

Vnitřní měrný povrch představuje 76,0 % celkového měrného povrchu v horizontu BC, kambizemě eutrické, až 88,6 % v horizontu A Cc, černozemě typické. Vnitřní měrný povrch představuje nejvyšší procento celkového měrného povrchu v profilu černozemě typické, nejnižší v profilu pseudogleje typického. V ornici se nachází maximum procentuálního zastoupení vnitřního měrného povrchu (v rámci jednotlivých profilů) v následujících půdních typech: fluvizemi typické, smonici typické, luvizemi pseudoglejové, pseudogleji typickým, kambizemi typické, kambizemi typické kyselé a v kambizemi eutrické.

Plošná hustota záporného náboje dosahuje hodnot $0,86 \cdot 10^{-3} \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2}$ v horizontu BC, kambizemě eutrické, až $3,30 \cdot 10^{-3} \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2}$ v horizontu Aop, kambizemě typické. V rámci jednotlivých profilů byly stanoveny nejvyšší hodnoty plošné hustoty záporného náboje vždy ve svrchním humusovém horizontu – ornici. Hodnotíme-li půdní profily jako celek, nejvyšší hodnoty uvedeného parametru byly stanoveny v profilu kambi-

země eutrické, nejvyšší v profilu kambizemě typické kyselé.

Posuzujeme-li vztah měrného povrchu částic k obsahu jilnatých částic či jilu (tab. II), zjistíme vyšší stupeň závislosti mezi vnitřním měrným povrchem v porovnání s celkovým měrným povrchem. Mortland (1954) získal při analýze 24 vzorků půd státu Michigan korelační koeficienty: $r(Am_A - \text{jíl} < 2 \mu\text{m}) = 0,918$, $r(Am_E - \text{jíl} < 2 \mu\text{m}) = 0,904$, $r(Am_I - \text{jíl} < 2 \mu\text{m}) = 0,815$. Vzhledem k tomu, že ostatní zrnitostní frakce s výjimkou jilu disponují zanedbatelným vnitřním povrchem, jsou tyto koeficienty korelace překvapivé.

Velmi vysoká těsnost vztahu byla stanovena mezi celkovým i vnitřním měrným povrchem a maximální hygroscopicitou. Z korelačního koeficientu vyjadřujícího vztah mezi procentuálním zastoupením vnitřního měrného povrchu a maximální hygroscopicitou, $r(\%Am_I - \text{max. hydr.}) = -0,325$, vyplývá (i když jde o mírnou závislost), že hodnota hygroscopie klesá při růstu hodnoty procentuálního zastoupení vnitřního měrného povrchu. Při relativní tenzi par vody 0,986 je v mezivrstevném povrchu počet adsorbovaných vrstev molekul vody omezen strukturou částic. Tedy další nárůst adsorbovaného množství vody po stanovení hodnoty x_m je především na vnějším povrchu částic.

Vztah mezi celkovým měrným povrchem a objemem pórů kapilárních je vyjádřen průkazným korelačním koeficientem, mezi vnitřním měrným povrchem a objemem pórů kapilárních vysoce průkazným korelačním koeficientem.

Nízká těsnost vztahu je (v souboru všech vzorků) mezi celkovým i vnitřním měrným povrchem a obsahem oxidovatelného uhlíku, přičemž v případě jednot-

II. Koefficienty korelace, regresní rovnice – Correlation coefficients, regression equations

Proměnné ¹	Koeficient korelace ²	Regresní rovnice ³
$Am_A (10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1})$		
– obsah částic < 0,01 mm ⁴	0,659 ^{xx}	$y = 13,48 + 2,93x$
– obsah částic < 0,001 mm ⁵	0,710 ^{xx}	$y = 28,76 + 4,81x$
– maximální hygroscopicita ⁶	0,983 ^{xx}	$y = -6,62 + 17,78x$
– objem pórů kapilárních ⁷	0,399 ^x	
– C_{ox} ⁸	0,025	
– HK:FK ⁹	0,116	
– obsah uhličitánů ¹⁰	-0,395	
– T ¹¹	0,873 ^{xx}	$y = -19,39 + 6,69x$
– obsah přístupného K ¹²	0,165	
$Am_I (10^3 \cdot m^2 \cdot kg^{-1})$		
– obsah částic < 0,01 mm	0,699 ^{xx}	$y = 9,85 + 2,47x$
– obsah částic < 0,001 mm	0,747 ^{xx}	$y = 23,36 + 4,03x$
– maximální hygroscopicita	0,982 ^{xx}	$y = -0,84 + 14,13x$
– objem pórů kapilárních	0,433 ^{xx}	$y = -54,11 + 6,15x$
– C_{ox}	0,055	
– HK:FK	0,157	
– obsah uhličitánů	-0,405	
– T	0,895 ^{xx}	$y = -14,24 + 5,48x$
– obsah přístupného K	0,220	
$Am_I (\%Am_A)$		
– obsah částic < 0,01 mm	0,108	
– obsah částic < 0,001 mm	0,031	
– maximální hygroscopicita	-0,325 ^x	
– objem pórů kapilárních	0,082	
– C_{ox}	0,383 ^{xx}	$y = 82,41 + 2,54x$
– HK:FK	0,359 ^{xx}	$y = 82,32 + 1,44x$
– obsah uhličitánů	-0,231	
– T	-0,112	
– obsah přístupného K	0,522 ^{xx}	$y = 80,89 + 0,03x$
$\sigma (10^{-3} \cdot mmol \cdot m^{-2})$		
– obsah částic < 0,01 mm	-0,140	
– obsah částic < 0,001 mm	0,264	
– maximální hygroscopicita	-0,472 ^{xx}	$y = 2,23 - 0,05x$
– objem pórů kapilárních	0,026	
– C_{ox}	0,562 ^{xx}	$y = 1,59 + 0,48x$
– HK:FK	0,221	
– obsah uhličitánů	-0,020	
– T	-0,112	
– obsah přístupného K	0,290	

^x průkazný korelační koeficient – significant correlation coefficient^{xx} vysoce průkazný korelační koeficient – highly significant correlation coefficient

¹variables, ²correlation coefficients, ³regression equations, ⁴content of particles < 0.01 mm, ⁵content of particles < 0.001 mm, ⁶maximum hygroscopic coefficient, ⁷capillary porosity, ⁸carbon of organic matter, ⁹ratio humic acids to fulvic acids, ¹⁰carbonates, ¹¹cation exchange capacity, ¹²available soil potassium

livých půdních představitelů se tento vztah projevuje rozdílně. Vysokou těsností se vyznačuje v případě kambizemě typické kyselé, $r(Am_A - C_{ox}) = 0,994$, $r(Am_I - C_{ox}) = 0,996$, vysoce průkazným korelačním koeficientem, avšak vztahem záporným se vyznačuje v případě hnědozemě luvizemní, luvizemě pseudoglejové a kambizemě eutrické.

Nízká těsnost závislosti je (v souboru všech vzorků) mezi celkovým i vnitřním měrným povrchem a poměrem HK:FK. Po vyřazení z hodnocení souboru vzorků kambizemě eutrické bylo zjištěno výrazné zvýšení koeficientu korelace $r(Am_A - HK:FK) = 0,336^x$, $r(Am_I - HK:FK) = 0,369^x$.

Vysoce průkazný korelační koeficient byl stanoven mezi procentuálním zastoupením vnitřního měrného povrchu a obsahem oxidovatelného uhlíku a též mezi procentuálním zastoupením vnitřního měrného povrchu a poměrem HK:FK.

Pouze 12 vzorků obsahovalo uhličitany, proto koeficienty korelace uváděné v tab. II vyjadřují neprůkaznou závislost měrného povrchu na obsahu uhličitánů.

Vysokou těsností se vyznačuje vztah mezi celkovým i vnitřním měrným povrchem a maximální výměnnou sorpční kapacitou. Mortland (1954) uvádí vyšší hodnoty korelačních koeficientů: $r(Am_A - T) = 0,985$, $r(Am_I - T) = 0,936$.

Význačnou těsností se vyznačuje vztah mezi procentuálním zastoupením vnitřního měrného povrchu a obsahem přístupného draslíku.

Posuzujeme-li hodnotu plošné hustoty záporného náboje v závislosti na stanovených parametrech, byl stanoven vysoce průkazný korelační koeficient jen ve vztahu k maximální hygroskopicitě a k obsahu oxidovatelného uhlíku, což objasňuje maximum hodnot plošné hustoty záporného náboje v humusových horizontech. Ostatní vztahy jsou neprůkazné.

LITERATURA

- DRBAL, J.: Studium vzniku, forem a pohybu půdní vláhy. [Závěrečná zpráva.] Praha, FS-ČVUT 1962.
- JANDÁK, J.: Stanovení vnějšího měrného povrchu půd okresu Znojmo. Acta Univ. agric. (Brno), Řada A, 34, 1991 (1-4): 175-183.
- KONONOVA, A. L. - BĚLČIKOVA, I. C.: Uskorennyje metody opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. Počvovedenie, 1961 (10): 130-136.
- KRÁLOVÁ, M. et al.: Vybrané metody chemické analýzy půd a rostlin. Praha, Academia 1991. 160 s.
- KUTÍLEK, M.: Nová metoda pro stanovení specifického povrchu půdy. Rostl. Vyr., 8, 1962 (6): 767-772.
- MOONEY, R. W. - KEENAN, A. G. - WOOD, L. A.: Adsorption of water vapour by montmorillonite. I. Heat of desorption and application of BET theory. II. Effect of exchangeable ions and lattice swelling as measured by X-ray diffraction. J. Amer. Chem. Soc., 74, 1952: 1367-1370; 1371-1374.
- MORTLAND, M. M.: Specific surface and its relationships to some physical and chemical properties of soil. Soil Sci., 78, 1954: 343-347.
- ORCHISTON, H. D.: Adsorption of water vapour: V. Homoeonic illites at 25 °C. Soil Sci., 87, 1959: 276-282.
- PURI, R. B. - MURARI, K.: Studies in surface area measurements of soils: I. Comparison of different methods. Soil Sci., 96, 1963: 331-337.
- SPOSITO, G.: The surface chemistry of soils. Oxford, Univ. Press 1984. 234 s.
- STAWINSKI, J. - SWIOBODA, R. - JÓZEFACIUK, G.: Nová metoda stanovení vnějšího měrného povrchu půd na základě adsorpce par tetrachlormetanu. Ústní sdělení. 1987.
- TALAFANTOVÁ, A.: Měrný povrch půd při různých ekologických podmínkách. Rostl. Vyr., 22, 1976 (11): 1113-1223.

Došlo 23. 2. 1995

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří Jandák, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 61, fax: 05/45 13 30 55

VLIV EKOLOGICKÝCH A PĚSTITELSKÝCH FAKTORŮ NA OBSAH BETA-GLUKANŮ V OVSU

EFFECTS OF ECOLOGICAL AND CROPPING FACTORS ON BETA-GLUCAN CONTENT IN OATS

K. Hubík, F. Tichý

Agricultural Research Institute, Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: Exact field trials were carried out mostly with registered oat genotypes at Bystřice nad Pernštejnem and Krukanice in 1993. Effects of the location, genotype and nitrogen fertilization on the content of water-soluble beta-glucans in grain dry matter were investigated. It was determined on the basis of increasing calcofluor fluorescence emission (Sigma-Aldrich, USA) caused by binding this dye to beta-glucans. A method of flow injection analysis as modified by Jørgensen (1988) using a device of his own construction was used. Barley beta-glucans were used as a standard. Results were expressed in percentage. Experimental data were processed by analysis of variance using STATGRAPHICS program. Results of the trial are summarized in Tab. II. At significance level of $P = 0.05$, beta-glucan content in oat grain was the most affected by the genotype and then by the location. Effects of fertilization were not significant. Furthermore, Tab. II suggests highly significant ($P = 0.05$) interactions, such as genotype $\times$ location and genotype $\times$ fertilization, where the genotype $\times$ location interaction shows a higher proportion as determined by F -ratio. Statistical results obtained by analysis of variance are presented in greater detail in Tabs. III to V. Tab. III evaluates effects of the genotype on beta-glucan content in oat grain. On the average of two locations, the highest content of beta-glucan was determined in the genotype Adam (3.0%) which significantly differed from the other genotypes studied. The genotype Zlaták and line KR 9506 showed the lowest average beta-glucan contents both being 1.9%. The other genotypes can be divided into two groups between which is a significant difference. The first group includes genotypes David, Auron and Ardo. The last one is a transition to the other group which consists of Abel and Flámingsnova. Effects of fertilization variants on beta-glucan content is given in Tab. V. The difference between the average beta-glucan content in oat grain in all of investigated genotypes in the variant with the highest effect, i.e. N_a and N_{b1} , and the variant with the lowest effect, N_0 , was 0.2% only. That corresponds with the results in Tab. II which showed insignificant effects of the fertilization variant on beta-glucan content in oat grain. The other fertilization variants, N_c and N_b , were transitional ones and did not show significant influence. The last factor which can affect beta-glucan content in oat grain was the location. Tab. VI shows highly significant difference in the average beta-glucan content of all genotypes studied at two locations. The effect of the location on the average beta-glucan content in grain of eight genotypes is illustrated in Fig. 2. Six genotypes (Abel, Ardo, Auron, David, Zlaták and KR 9046) had average beta-glucan contents higher at Bystřice nad Pernštejnem. The highest difference as compared to the location Krukanice was found in the genotypes Ardo and Auron. In contrast, Adam and Flámingsnova reached the highest beta-glucan content in grain at the location Krukanice. Among all genotypes, the genotype Adam showed the highest difference (1%). With regard to highly significant differences in beta-glucan content in grain of grown genotypes at both locations, it is necessary to study this character under different soil and climatic conditions, and then to elaborate variety zoning.

oat varieties; grain; beta-glucans; locations; nitrogen; fertilization

ABSTRAKT: V Bystřici nad Pernštejnem a Krukanicích byl v roce 1993 založen přesný polní pokus především s rajonovanými odrůdami ovsa s cílem zjistit ovlivnění obsahu ve vodě rozpustných beta-glukanů v sušině zrna lokalitou, odrůdami a úrovní dusíkatého hnojení. Bylo zjištěno, že při hladině pravděpodobnosti $P = 0,05$ byl obsah beta-glukanů v zrně ovsa nejvíce ovlivněn odrůdou a poté lokalitou. Ovlivnění variantami hnojení se ukázalo jako statisticky neprůkazné. Statisticky vysoce průkazné ($P = 0,05$) byly interakce odrůda $\times$ lokalita a odrůda $\times$ hnojení, přičemž interakce odrůda $\times$ lokalita má, jak napovídá hodnota F -kritéria, větší podíl. Nejvyššího obsahu beta-glukanů v průměru dvou lokalit dosáhla odrůda Adam, a to 3,0 %, čímž se statisticky velmi významně odlišovala od ostatních sledovaných odrůd. Nejnižších průměrných obsahů beta-glukanů dosáhly odrůda Zlaták (1,9 %) a nšl. KR 9506 (1,9 %). Ze zjištění vysoce průkazného rozdílu v obsahu beta-glukanů v zrně rajonovaných odrůd v obou lokalitách vyplývá nutnost sledování obsahu této veličiny v různých půdně-povětrnostních podmínkách s následným zpracováním pěstební rajonizace.

odrůdy ovsa; zrno; beta-glukany; lokalita; dusík; hnojení

ÚVOD

Zdravotní stav lidské populace na konci našeho století je vážně ohrožen řadou civilizačních chorob, z nichž jedny z nejzávažnějších jsou kardiovaskulární onemocnění. Při těchto nemocech se vyskytuje v lidském organismu zvýšená hladina lipidů cholesterolu. Za účinnou prevenci proti zvyšování hladiny tohoto lipidu je považován příjem dietetické vlákniny, zvláště jejích rozpustných forem, které představují především polysacharidy beta-glukany. Tyto polysacharidy se ve zvýšeném množství vyskytují v cereáliích ječmene a ovsa, které jsou k této prevenci také využívány (McIntoch et al., 1991; Whyte et al., 1992; Kahlón et al., 1993; Inglett, Newmann, 1994).

V naší práci jsme se zaměřili na produkci ovsa pro tyto účely, tedy na zjištění obsahu ve vodě rozpustných beta-glukanů v zrně především rajonovaných odrůd ovsa v ČR a na možnosti agroekologického ovlivnění tohoto obsahu.

MATERIÁL A METODA

Pokus s odrůdami ovsa byl založen v roce 1993 v Krukanicích a v Bystřici nad Pernštejnem. Odrůdy ovsa a charakteristika pokusu jsou uvedeny v tab. I. Počet opakování a velikost pokusných dílců činily 2 x 10 m². Jako předplodina byla zvolena ozimá pšenice.

Variety hnojení:

N₀ – k hnojení bylo použito superfosfátu (18 % P₂O₅) a draselné soli (50 % K₂O), hnojiva byla zapravena před setím;

N_a – společně s draselnými a fosforečnými hnojivy bylo před setím zapraveno 30 kg N.ha⁻¹ v síranu amonném;

N_b – společně s draselnými a fosforečnými hnojivy bylo před setím zapraveno 30 kg N.ha⁻¹ v síranu amonném (20 %) ve fázi F₆, dále bylo aplikováno 30 kg N.ha⁻¹ ve formě LAV (27,5 %);

N_{b1} – při hnojení shodném s N_b ve fázi F₆ bylo aplikováno 3 l.ha⁻¹ Retacelu extra;

N_c – společně s draselnými a fosforečnými hnojivy bylo před setím zapraveno 60 kg N.ha⁻¹ v síranu amonném (20 %); dále ve fázi F₆ (začátek sloupkování) bylo aplikováno 30 kg N.ha⁻¹ v LAV (27,5 %).

Řádková vzdálenost při výsevu byla 12,5 cm. Během vegetace bylo použito chemické ošetření proti plevelům a proti první a druhé generaci bzunky ječné.

Půdně-povětrnostní charakteristiky vybraných lokalit

Bystřice nad Pernštejnem leží na východní straně Českomoravské vysočiny ve středně vlhké a středně chladné oblasti, ve výrobním typu bramborářském, subtypu žitném. Nadmořská výška je 570 m, půda hnědá, písčitohlinitá, slabě šterkovitá, slabě kyselá (pH 5,6 až 6,5). Průměrná roční teplota vzduchu činí 6,5 °C, roční suma srážek 650 mm.

Krukanice leží 20 km od Plzně, představují výrobní typ bramborářský, subtyp žitný. Nadmořská výška je 470 m, půda písčitohlinitá, degradovaná hnědozem. Průměrné pH má hodnotu 6,2. Dlouhodobý roční normál je 7,2 °C a 489,9 mm.

Průběh povětrnosti v měsících leden až srpen roku 1993 v Bystřici nad Pernštejnem a v Krukanicích uvádí obr. 1.

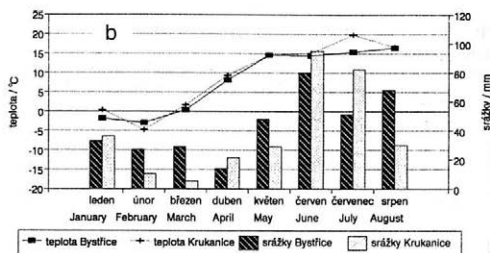
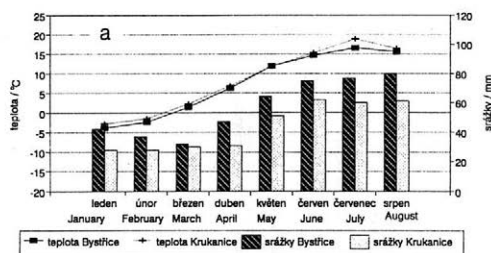
Chemická analýza a zpracování výsledků

Obsah ve vodě rozpustných beta-glukanů v zrně ovesných genotypů byl zjišťován na základě zvyšování fluorescenčního záření barviva Calcofluor (Sigma-Aldrich USA) způsobeného vazbou tohoto barviva na beta-glukany. Byla zvolena metoda průtokové injekční analýzy na přístroji vlastní konstrukce v modifikaci, jak ji publikoval Jorgensen (1988). Jako standard

I. Charakteristika pokusu – Characteristics of the trial

Pokusné odrůdy ¹	Výsevky ² (mil. klíčivých zrn.ha ⁻¹) ⁶	Hnojení před setím ³		Hnojení N ⁴ (kg.ha ⁻¹)									
		P ₂ O ₅	K ₂ O	N ₀		N _a		N _b		N _{b1}		N _c	
				před setím ⁵	F ₆	před setím	F ₆	před setím	F ₆	před setím	F ₆	před setím	F ₆
Adam	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
KR 8122	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
Ardo	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
Auron	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
David	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
Flämingsnova	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
Zlafák	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30
KR 9046	4,5	90	100	–	–	30	–	30	30	30	30	60	30

¹genotypes, ²seeding rates, ³fertilization before sowing, ⁴N-fertilization, pure nutrients, ⁵before sowing, ⁶(mil. germinable kernels.ha⁻¹)



1. Porovnání průběhu povětrnosti v roce 1993 a dlouhodobých normál v Bystřici nad Pernštejnem a Krukanicích – Comparison of weather conditions in the year 1993 and long-term data at Bystřice nad Pernštejnem and Krukanice; a) porovnání dlouhodobých poměrů – comparison of long-term data; b) skutečné teploty a srážky v roce 1993 – comparison of weather conditions in the year 1993

teplota – temperature
srážky – rainfall

byly použity ječmenné beta-glukany. Výsledky byly vyjádřeny v procentech beta glukanu. Získané experimentální údaje byly statisticky zpracovány v počítačovém programu STATGRAPHICS metodou analýzy variance.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýzou zjištěné obsahy ve vodě rozpustných beta-glukanů v zrně sledovaných odrůd ovesa se pohybovaly v rozmezí od 1,5 do 4,0 %, jak ukazuje histogram rozložení obsahu beta-glukanů na obr. 2. Nejvyšších hodnot 3,9 a 4,0 % bylo dosaženo ve dvou případech, v jednom případě byl zjištěn nejnižší obsah beta-glukanů 1,5 %.

Ve 12 případech bylo dosaženo hodnoty obsahu beta-glukanů mezi 2,0 až 2,1 % a v 11 případech 2,7 %, což jsou maxima na daném histogramu. Toto zjištění je v souladu s experimentálními údaji z literatury (Wood, 1986), kdy obsahy beta-glukanů v zrně ovesa zjištěné

různými analytickými postupy byly v intervalu od 0,9 do 6,6 %. Taktéž Neukom (1986) uvádí obsah beta-glukanů v zrně ovesa mezi 3,0 až 4,0 %.

Veškeré zjištěné údaje o obsahu beta-glukanů v zrně u analyzovaných odrůd ovesa byly podrobeny analýze variance s cílem zjistit vliv odrůdy, varianty hnojení a lokality na celkové množství beta-glukanů v zrně ovesa. Výsledky jsou shrnuty v tab. II. Při hladině pravděpodobnosti $P = 0,05$ je zřejmé, že obsah beta-glukanů v zrně ovesa byl výsoce průkazně ovlivněn odrůdou a poté lokalitou. Ovlivnění variantou hnojení se ukázalo jako statisticky neprůkazné. Z tab. II dále vyplývá výskyt statisticky výsoce průkazných ($P = 0,05$) interakcí odrůda x lokalita a odrůda x hnojení, přičemž interakce odrůda x lokalita má, jak napovídá hodnota F -kritéria, větší podíl.

Podrobnější interpretace statistických výsledků získaných analýzou variance je uvedena v tab. II až IV. Tab. III hodnotí odrůdové ovlivnění obsahu beta-glukanů v zrně ovesa. Nejvyššího obsahu beta-glukanů v průměru dvou lokalit dosáhla odrůda Adam, a to

II. Analýza variance obsahu beta-glukanů v odrůdách ovesa – Analysis of variance of beta-glucans content in oat genotypes

Zdroj variance ¹	Stupně volnosti ²	Střední čtverec ³	F-poměr ⁴	Hladina významnosti ⁵
Hlavní efekt ⁶				
A (odrůda ⁷)	7	1,5133100	26,249	***
B (hnojení ⁸)	4	0,0972316	1,687	N
C (lokalita ⁹)	1	0,4821289	8,363	***
Interakce ¹⁰				
AB	28	0,1303660	2,261	**
AC	7	0,8957300	15,537	***
BC	4	0,0886312	1,537	N
Zbytek ¹¹	28	0,0576518		

*** – hladina významnosti $P = 0,01$ – significance level $P = 0,01$

** – hladina významnosti $P = 0,05$ – significance level $P = 0,05$

N – statisticky nevýznamné – nonsignificant level

¹source of variation, ²degrees of freedom, ³mean square, ⁴F-ratio, ⁵significance level, ⁶main effect, ⁷genotype, ⁸fertilization, ⁹location, ¹⁰interaction, ¹¹residual

III. Vliv odrůdy na obsah beta-glukanů v zrně ovsa – Effect of genotype on beta-glucans content in oat kernel

Odrůda ¹	Obsah beta-glukanů ² (%)	Homogenní skupiny ³ ($P = 0,05$)
Zlaták	1,8534400	X
KR 9046	1,8664200	X
David	2,2740000	X
Auron	2,3424100	X
Ardo	2,4290400	XX
Flámingsnova	2,5727800	X
Abel	2,5737900	X
Adam	3,0354300	X

¹genotype, ²beta-glucans content, ³homogenous groups

IV. Vliv hnojení na obsah beta-glukanů v zrně ovsa – Effect of fertilization on beta-glucans content in oat kernel

Hnojení ¹	Obsah beta-glukanů ² (%)	Homogenní skupiny ³ ($P = 0,05$)
N_0	2,2319688	X
N_c	2,3808313	XX
N_b	2,3962313	XX
N_{b1}	2,4083188	X
N_a	2,4247188	X

¹fertilization, ²beta-glucans content, ³homogenous groups

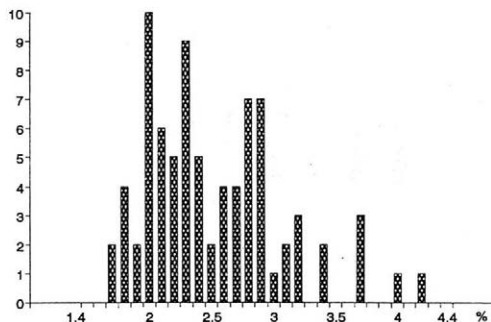
V. Vliv lokality na obsah beta-glukanů v zrně ovsa – Effect of location on beta-glucans content in oat kernel

Lokalita ¹	Obsah beta-glukanů ² (%)	Homogenní skupiny ³ ($P = 0,05$)
Krukanice	2,2907825	X
Bystrice	2,4460450	X

¹location, ²beta-glucans content, ³homogenous groups

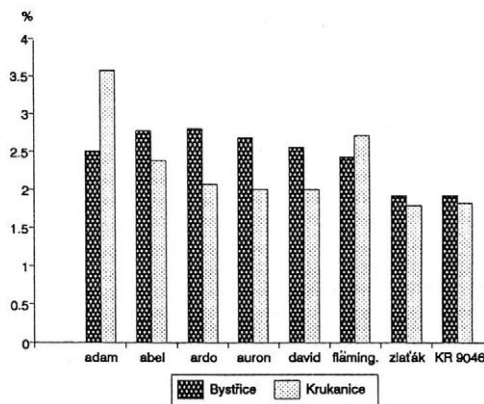
3,0 %, čímž se statisticky vysoce průkazně odlišovala od ostatních sledovaných odrůd. Nejnižších průměrných obsahů beta-glukanů poté dosáhly odrůdy Zlaták (1,9 %) a nšl. KR 9506 (1,9 %). Zbylé odrůdy ovsa se poté v obsahu beta-glukanů dají rozdělit na dvě skupiny, mezi kterými se vyskytuje statisticky průkazný rozdíl. První skupina zahrnuje odrůdy David, Auron a Ardo. Odrůda Ardo tvoří přechod ke druhé skupině odrůd zahrnující Abel a Flámingsnovu.

Vliv varianty hnojení na obsah beta-glukanů uvádí tab. IV. Rozdíl mezi průměrným obsahem beta-glukanů v zrně ovsa všech sledovaných odrůd u variant s největším vlivem (N_a a N_{b1}) a u varianty s nejmenším vlivem (N_0) však činil pouze 0,2 %, což je v souladu s výsledky uvedenými v tab. II, která ukázala statisticky neprůkazný vliv varianty hnojení na obsah beta-glukanů v zrně ovsa. Ostatní varianty hnojení (N_c a N_b) jsou v přechodné skupině a neukazují statisticky průkazný vliv.



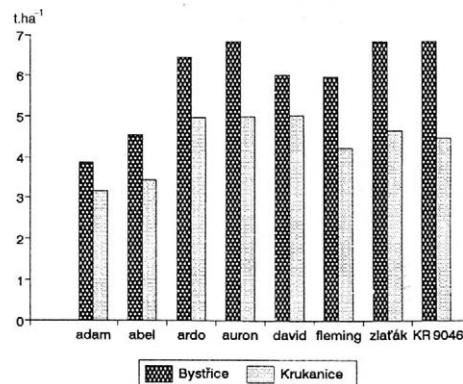
2. Histogram rozložení obsahu beta-glukanů ve sledovaných odrůdách ovsa – Histogram of distribution of beta-glucans content in oat varieties investigated

osa x: obsah beta-glukanů – x axis: beta-glucans content
osa y: frekvence – y axis: frequency



3. Vliv lokality na obsah beta-glukanů – Effect of location on beta-glucans content

osa x: odrůdy – x axis: varieties
osa y: obsah beta-glukanů – y axis: beta-glucans content



4. Výnosy odrůd ovsa – Grain yields of oat varieties

osa x: odrůdy – x axis: varieties
osa y: výnos zrna – y axis: grain yield

Posledním zkoumaným parametrem, který může ovlivnit obsah beta-glukanů v zrně ovsa, byla pěstební lokalita, v našem případě dvě lokality. Tab. V ukazuje na statisticky vysoce průkazný rozdíl v průměrném obsahu beta-glukanů všech sledovaných odrůd ovsa v daných dvou lokalitách. Vliv lokality na průměrný obsah beta-glukanů v zrně osmi sledovaných genotypů je graficky znázorněn na obr. 3. U šesti odrůd ovsa (Abel, Ardo, Auron, David, Zlaták a KR 9506) byly průměrné obsahy beta-glukanů vyšší v lokalitě Bystřice nad Pernštejnem, přičemž největšího rozdílu oproti lokalitě Krukanice bylo dosaženo u odrůd Ardo a Auron. Odrůdy Adam a Flámingsnova naopak dosáhly vyššího obsahu beta-glukanů v zrně v lokalitě Krukanice. Tato diference dosáhla u odrůdy Adam největší hodnoty ze všech sledovaných odrůd (1 %). Obr. 4 ukazuje výnosovou úroveň sledovaných odrůd. Průkazný vztah mezi úrovní výnosů jednotlivých odrůd a obsahem ve vodě rozpustných beta-glukanů v zrna nebyl zjištěn.

ZÁVĚR

Ze zjištění vysoce průkazného rozdílu v obsahu beta-glukanů v zrně rajonovaných odrůd v obou lokalitách vyplývá nutnost sledování obsahu této veličiny v různých půdně-povětrnostních podmínkách s následným zpracováním pěstební rajonizace.

LITERATURA

- INGLETT, G. E. – NEWMAN, R. K.: Oat beta-glucan amyloextrins: Preliminary preparations and biological properties. *Pl. Fds Hum. Nutr.*, 45, 1994: 53–61.
- JORGENSEN, K. G.: Quantification of high molecular weight (1–3) (1–4)-beta-D-glucan using calcofluor complex formation and flow injection analysis. I. Analytical principle and its standardization. *Carlsberg Res. Commun.*, 53, 1988: 277–285.
- KAHLON, T. – CHOW, F. I. – KNUCKLES, B. E. – CHIU, M. M.: Cholesterol-lowering effect in hamsters of beta-glucan enriched barley fraction, dehulled whole barley, rice bran and oat bran and their combination. *Cereal Chem.*, 70, 1993: 435–440.
- McINTOSH, G. H. – WHYTE, J. – McARTHUR, R. – NESTEL, P. J.: Barley and wheat foods: Influence on plasma cholesterol concentrations in hypercholesterolemic men. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 53, 1991: 1205–1209.
- NEUKOM, H.: Kohlenhydrate. In: *Hafer für Mensch und Tier. Vereinigung Schweizerischer Hafermühlen*, 1986: 35–36.
- WHYTE, J. L. – McARTHUR, R. – TOPPING, D. – NESTEL, P.: Oat bran lowers plasma cholesterol levels in mildly hypercholesterolemic men. *J. Amer. Diet. Assoc.*, 92, 1992 (4): 446–449.
- WOOD, P. J.: Oat beta-glucan: Structure, location, and properties. In: WEBSTER, F. H. (ed.): *Oats: Chemistry and Technology*. AACC 1986: 121–152.

Došlo 19. 5. 1995

Kontaktní adresa:

RNDr. Květoslav Hubík, Zemědělský výzkumný ústav, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž, Česká republika, tel.: 0634/42 61 51, fax: 0634/227 25

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. V letošním roce knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách).

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 1 200 partnery ze 60 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možnosti meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavější zemědělskou veřejnost.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEU ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	25 23 92
referenční služby:	25 90 96, 25 75 41/linka 520
časopisy:	25 32 25
výpůjční služby:	25 75 41/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	25 75 41/linka 304
Fax:	25 70 90
E-mail:	IHOCH@uzpi.agric.cz

IZOLÁCIA A BIOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA AMINOPEPTIDÁZ ZRNA OZIMNEJ PŠENICE

ISOLATION AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF AMINOPEPTIDASES FROM WINTER WHEAT GRAIN

D. Urminská, I. Michalík

University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The aminopeptidases from wheat grain were isolated and purified by gel filtration, ion-exchange and affinity chromatography. The results confirmed that wheat aminopeptidases are neutral Cys-aminopeptidases with the optimum pH of 7.5 and they are inhibited by bestatin, leupeptin, p-chloromercuribenzoate and phenylmethyl sulphonylfluoride. Enzymes are stabilized by 2-merkaptoethanol and dithiothreitol. Wheat aminopeptidases hydrolyzed peptide bonds formed by leucine. It follows from the result of regression analysis that wheat aminopeptidases are active during the whole period of grain maturation. There is a difference between the activity of other proteases, the activity of aminopeptidases did not fall at the end of grain production. It means that high activity of aminopeptidases is necessary for grain maturation and for utilization of new proteins in grain endosperm.

wheat aminopeptidases; endoproteases; purification of enzymes

ABSTRAKT: Aplikáciou metód gélovej, ionomieničovej a afinitnej chromatografie sme izolovali a purifikovali aminopeptidázy zrna pšenice. Na základe získaných výsledkov predpokladáme, že aminopeptidázy izolované zo zrna pšenice patria medzi neutrálne Cys-aminopeptidázy s pH optimom 7,5, ktoré sú inhibované bestatínom, leupeptínom, pCMB a PMSF, stabilizované 2-merkaptetanolom a ditiotritolom. Prednostne štiepia peptidové väzby tvorené leucínom. Z výsledkov regresnej analýzy závislosti aminopeptidázovej aktivity od dozrievania zrna vyplýva, že enzýmy vykazujú aktivitu počas celého obdobia dozrievania. Na rozdiel od aktivity endo- a exoproteáz nedochádza k poklesu aminopeptidázovej aktivity ku koncu formovania zrna, čo je dôkazom aktivity týchto enzýmov počas celého obdobia dozrievania zrna a využitia bielkovín v endosperme.

pšeničné aminopeptidázy; exoproteázy; purifikácia enzýmov

ÚVOD

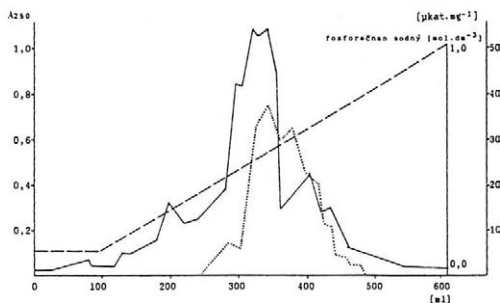
Proteolytické enzýmy majú dôležitú úlohu pri kľčení a formovaní zrna obilnín. Hydrolyzujú bielkoviny s cieľom zabezpečiť potrebné množstvo aminokyselín pre syntézu proteínov nevyhnutných pre rast novej rastliny. Okrem toho aktivujú latentné formy iných hydroláz, hormóny a biologicky aktívne peptidy, a tak vyvolávajú rýchle zmeny vo fyzikálno-chemických vlastnostiach bielkovín, buniek, rastu rastliny a dozrievania zrna. Proteázy podmieňujú produkčné a reprodukčné vlastnosti obilnín.

Predpokladá sa, že degradácia zásobných proteínov zrna obilnín prebieha v troch štádiách. Primárnou hydrolýzou je rozklad globulínov v embryu a v aleurónovej vrstve. Získajú sa tak aminokyseliny pre syntézu nových hydroláz, ktoré sú transportované do škrobového endospermu, kde hydrolyzujú prolamíny a glutelíny. V poslednom štádiu proteolýzy pôsobia na peptidy neutrálne a alkalické aminopeptidázy a dipeptidázy. Uvoľnené aminokyseliny sú využité na syntézu ďalších

enzýmov alebo syntézu proteínov nových tkanív a orgánov rastliny.

Z výsledkov, ktoré publikovali Mikola, Saarinen (1986), vyplýva, že v zrne obilnín sa nachádzajú neutrálne aminopeptidázy (Mikola, Saarinen, 1986). Kolehmainen, Mikola (1971) izolovali a purifikovali aminopeptidázy zo zrna jačmeňa, ktoré hydrolyzujú aminoacyl-2-naftylamidy pri pH 7,2 a sú inhibované p-chlórmerkuribenzoátom (pCMB). Aminopeptidázy s vysokou špecifitou pre substráty obsahujúce aromatické aminokyseliny purifikovali Waters, Dalling (1984). Proteázy s pH optimom 7,6 sú inhibované N-etylmaleimidom a pCMB a ich relatívna molekulová hmotnosť je asi 57 000. Citovaní autori uvádzajú niektoré charakteristiky rastlinných aminopeptidáz: nízka molekulová hmotnosť (do 100 000), neutrálne pH optimum, schopnosť hydrolyzovať 2-naftylamidy aminokyselín, obsahujú esenciálne SH-skupiny a sú inhibované pCMB a ťažkými kovmi.

Vzhľadom na absenciu informácií o pšeničných aminopeptidázach v príspevku predkladáme analýzu

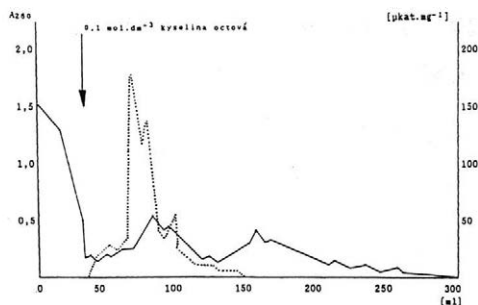


1. Ionomeničová chromatografia aminopeptidáz na DEAE-Sephadex A-50 (enzýmový preparát po Sephadex G-25, odroda Roxana) – Ion-exchange chromatography of aminopeptidases on DEAE-Sephadex A-50 (enzyme preparation from Sephadex G-25, variety Roxana)

— A_{280} ; špecifická aktivita – aminopeptidase activity; --- gradient fosforečnanu sodného – gradient of sodium phosphate (kolóna 20 x 2 cm, eluent fosforečnan sodný 0,10 mol.dm⁻³ pH 7,5, 1 mmol.dm⁻³ 2-Me, koncentračný gradient fosforečnan sodný 0,10–1,0 mol.dm⁻³ pH 7,5, prietok 30 ml.h⁻¹) – (column 20 x 2 cm, eluent sodium phosphate 0.10 mol.dm⁻³ pH 7.5, 1 mmol.dm⁻³ 2-Me, gradient sodium phosphate 0.10–1.0 mol.dm⁻³ pH 7.5, flow 30 ml.h⁻¹)

osa x : objem – x axis: volume

osa y: špecifická aktivita – y axis: aminopeptidase activity



2. Afinitná chromatografia aminopeptidáz na gliadín-agaróze 4B (enzýmový preparát po DEAE-Sephadex A-50, odroda Roxana) – Affinity chromatography of aminopeptidases on gliadin-agarose 4B (enzyme preparation from DEAE-Sephadex A-50, variety Roxana)

— A_{280} ; špecifická aktivita – aminopeptidase activity (kolóna 2,5 x 10 cm, eluent fosforečnan sodný 0,10 mol.dm⁻³ pH 7,5, kyselina octová 0,10 mol.dm⁻³ pH 3,5, prietok 30 ml.h⁻¹) – (column 2.5 x 10 cm, eluent sodium phosphate 0.10 mol.dm⁻³ pH 7.5, acetic acid 0.10 mol.dm⁻³ pH 3.5, flow 30 ml.h⁻¹)

výsledkov prednostne orientovaných na metodické otázky izolácie aminopeptidáz zo zrna pšenice a ich biochemickú charakteristiku.

MATERIÁL A METÓDA

Aminopeptidázy sme izolovali zo zrna ozimnej pšenice odrody Roxana, dopestovanej v rokoch 1987 až 1989 na experimentálnej báze Katedry rastlinnej výroby VŠP v Nitre. Odbery klasov ozimnej pšenice sme robili počas dozrievania zrna podľa obsahu sušiny:

1. začiatok mliečnej zrelosti – obsah sušiny do 35 %;
2. mliečna zrelosť – obsah sušiny 35 až 38 %;
3. začiatok voskovej zrelosti – obsah sušiny 60 až 65 %;
4. vosková zrelosť – obsah sušiny 70 až 75 %;
5. koniec voskovej zrelosti – obsah sušiny 78 až 80 %;
6. plná zrelosť – obsah sušiny nad 84 %.

Extrakcia aminopeptidáz

Aminopeptidázy sme z celozrnného pšeničného šrotu extrahovali tlmivými roztokmi: octan sodný pH 3,6 až 5,6, fosforečnan sodný pH 5,7 až 8,0 a tlmivý roztok Tris-HCl pH 7,2 až 9,0 a koncentráciách 0,05; 0,10 a 0,20 mol.dm⁻³. Doba extrakcie bola 10, 20, 30, 60 a 120 min pri teplote 4, 20 a 37 °C. Pomer objemu tlmivého roztoku a množstva celozrnného šrotu bol 10 ml extrakčného roztoku a 1 g alebo 2 g šrotu. Aminopeptidázy sme purifikovali precipitáciou síranom amónnym do 40 až 80 % nasýtenia.

Stanovenie aktivity aminopeptidáz

Aminopeptidázovú aktivitu sme stanovili na základe množstva p-nitroanilínu uvoľneného reakciou enzýmu so substrátom, ktorým bol aminoacyl-p-nitroanilid. V reakčnej zmesi sme použili substrát o koncentrácii 0,001 až 0,02 mol.dm⁻³, pri rôznom pomere objemov substrát : tlmivý roztok : enzým. Teplota reakcie bola 30 až 60 °C a čas reakcie bol 10 až 120 min. Množstvo vzniknutého produktu sme stanovili spektrofotometricky (absorbancia pri vlnovej dĺžke 410 nm).

Príprava afinitného nosiča – gliadín-agarózy

Gliadín sme na polysacharidový nosič (agarózu) imobilizovali pomocou BrCN v alkalickom prostredí.

Stanovenie koncentrácie bielkovín

Pre stanovenie koncentrácie bielkovín sme použili metódu, ktorú publikoval Bradford (1976).

Chromatografia aminopeptidáz

Na odsolenie síranovej zrazeniny enzýmu sme použili gélovú filtráciu na nosiči Sephadex G-25. Na kolónu o rozmeroch 23 x 4 cm ekvilibrovanú fosforečnanom sodným 0,10 mol.dm⁻³ pH 7,5 sme naniesli enzýmový preparát o objemovej aktivite 43,3 μ kat.ml⁻¹ a koncentrii bielkovín 45,3 mg.ml⁻¹. Tým istým tlmivým roztokom sme enzým z kolóny eluovali.

Po gélovej filtrácii sme použili ionomeničovú chromatografiu na DEAE-Sephadex A-50 (obr. 1). Kolónu (20 x 2 cm) sme ekvilibrovali fosforečnanom sodným $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 7,5, ktorý obsahoval 1 mmol.dm^{-3} 2-merkaptotetanolu. Na kolónu sme naniesli enzýmový preparát získaný po purifikácii na Sephadex G-25 o objemovej aktivite $10,11 \text{ } \mu\text{kat.ml}^{-1}$ a koncentrácii bielkovín $1,99 \text{ mg.ml}^{-1}$. Po premytí kolóny daným tlmičným roztokom sme aminopeptidázy eluovali gradientom koncentrácie fosforečnanu sodného $0,1$ až $1,0 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 7,5.

Ako ďalší purifikačný krok sme zaradili afinitnú chromatografiu na gliadín-agaróze (obr. 2). Kolónu (10 x 2,5 cm) sme ekvilibrovali fosforečnanom sodným $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 7,5. Na kolónu sme naniesli preparát aminopeptidáz získaný z DEAE-Sephadexu A-50 o objemovej aktivite $29,35 \text{ } \mu\text{kat.ml}^{-1}$ a koncentrácii bielkovín $1,08 \text{ mg.ml}^{-1}$. Nezachytené bielkoviny sme eluovali fosforečnanom sodným $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 7,5. Aminopeptidázy sme eluovali kyselinou octovou $0,1 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 3,5.

Stanovenie substrátovej špecificity a vplyv inhibítorov na aktivitu aminopeptidáz

Substrátovú špecificitu sme určili použitím syntetických substrátov, p-nitroanilidov a 2-naftylamidov aminokyselín.

Pred stanovením aktivity aminopeptidáz sme enzýmový preparát počas 1 h zmrazili, uchovávali pri 5, 30, 37, 50 a 60 °C.

Enzýmový preparát sme inkubovali 1 h pri 37 °C v prostredí kationov rôznych solí, ktorých koncentrácia bola $1 \cdot 10^{-6}$ až $1 \cdot 10^{-1} \text{ mol.dm}^{-3}$. Ako inhibítory sme použili leupeptín, bestatín, p-chlórmekuribenzoát (pCMB), fenylmetylsulfonylfluorid (PMSF), pepstatín A a antipain.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V súvislosti s riešením úlohy aktivity proteolytických enzýmov pri klíčení zrna obilnín zaradil Mikola (1983) aminopeptidázy medzi enzýmy pôsobiace v tzv. treťom (poslednom) štádiu enzymatickej degradácie zásobných proteínov, kedy sú peptidy hydrolyzované na voľné aminokyseliny.

Pozornosť sme sústredili na vypracovanie najvhodnejšieho postupu izolácie a purifikácie aminopeptidáz zrna pšenice. Najvyššiu aminopeptidázovú aktivitu sme získali 30 min extrakciou 1 g celozrnného pšeničného šrotu v 10 ml fosforečnanu sodného $0,10 \text{ mol.dm}^{-3}$ pH 7,5 pri laboratórnej teplote. Purifikáciou enzýmového preparátu, ktorá zahŕňala gélovú filtráciu, ionomeničovú a afinitnú chromatografiu, sme získali 107krát prečistený enzýmový preparát (tab. I). Optimálna reakčná zmes pre stanovenie aktivity pšeničných aminopeptidáz obsahuje substrát $0,010 \text{ mol.dm}^{-3}$, pričom najvhodnejším substrátom je Leu-p-nitroanilid alebo Leu-2-naftylamid pri pomere substrát : tlmič : enzým 2:1:1 (tab. II, III). Najoptimálnejšími reakčnými podmienkami sú čas reakcie 30 min a teplota 37 °C. Zistili sme, že enzým si zachováva aktivitu pri teplotách od 5 do

I. Výsledky purifikácie aminopeptidáz zo zrna ozimnej pšenice (odroda Roxana) – Purification of aminopeptidases from wheat grain (variety Roxana)

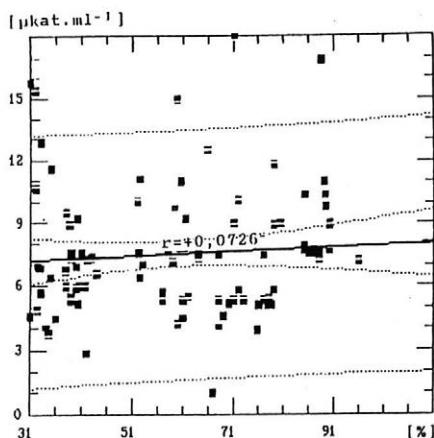
Postup purifikácie ¹	Bielkoviny ² (mg.ml^{-1})	Objemová aktivita ³ ($\mu\text{kat.ml}^{-1}$)	Špecifická aktivita ⁴ ($\mu\text{kat.mg}^{-1}$)	Stupeň prečistenia ⁵
Homogenát ⁶	6,98	8,90	1,27	1,00
40–80% síran amónny ⁷	45,25	43,30	0,96	0,75
Sephadex G-25	1,99	10,11	5,08	3,98
DEAE-Sephadex A-50	1,08	29,35	27,18	21,30
Gliadín-agaróza ⁸	0,21	28,86	137,42	106,88

¹method of purification, ²proteins, ³aminopeptidase activity, ⁴specific activity, ⁵degree of purification, ⁶homogenate, ⁷ammonium sulphate, ⁸gliadin-agarose

II. Vplyv špecifických substrátov na hydrolytickú účinnosť – Effect of specific substrates on hydrolytic efficiency

Substrát ¹	A ₄₁₀ ²	Hydrolytická účinnosť ³ (%)	Substrát	A ₄₁₀	Hydrolytická účinnosť (%)
L-Lys-pNA	0,33	73,3	L-Leu-2NA	0,68	100,0
L-Leu-pNA	0,45	100,0	L-Phe-2NA	0,60	88,2
L-Phe-pNA	0,31	68,8	L-Glu-2NA	0,54	79,4
L-Ala-pNA	0,26	57,7	L-Pro-2NA	0,43	63,2
L-Pro-pNA	0,27	60,0			
L-Met-pNA	0,27	60,0			

¹substrate, ²absorbance 410 nm, ³hydrolytic efficiency



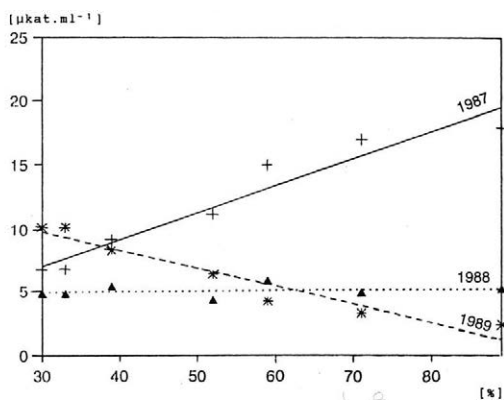
3. Regresná analýza závislosti aktivity aminopeptidáz od dozrievania zrna (model $y = a + bx$; počet prípadov 252) – Regression analysis of aminopeptidases activity (model $y = a + bx$; number of samples 252)

os x: sušina – x axis: dry matter

osa y: špecifická aktivita – y axis: aminopeptidase activity

40 °C (inkubácia 1 h). Pri teplote nad 40 °C aktivita aminopeptidáz prudko klesá, podobne ako pri zmrazení roztoku enzýmu. Ak sme ale zmrazili síranový precipitát, aminopeptidázy si po dobu troch mesiacov zachovali 82 % aktivity (tab. IV). Ióny ťažkých kovov (Hg^{2+} , Ce^{3+} , Ba^{2+} , Fe^{3+}) pôsobili inhibične už pri koncentrácii $1 \cdot 10^{-4}$ mol.dm⁻³. Analogický vplyv sme zistili pri pôsobení bestatínu, leupeptínu, pCMB a PMSF. Naopak ako stabilizátory aktivity pôsobili 2-merkaptotanol a ditiotritol. Hodnota K_m pre substrát L-Leu-p-nitroanilid je 3,125 mmol.dm⁻³.

Porovnaním získaných výsledkov so závermi viacerých autorov (Waters, Dalling, 1984; Aoagi



4. Závislosť aktivity aminopeptidáz od dozrievania zrna ozimnej pšenice (odroda Roxana) – Dependence of aminopeptidases activity on maturation of wheat grain (variety Roxana)

et al., 1987) predpokladáme, že aminopeptidázy zrna pšenice patria medzi neutrálne Cys-aminopeptidázy (EC 3.4.11).

Existuje negatívna závislosť medzi aktivitou proteáz a dozrievaním zrna pšenice (Mikola, 1983; Michalík, Peťovský, 1986; Peťovský, 1986). Na rozdiel od endo- a exoproteáz sme v prípade aminopeptidáz počas trojročných pokusov nestanovili jednoznačnú závislosť medzi aminopeptidázovou aktivitou a dozrievaním zrna ozimnej pšenice odrody Roxana (obr. 3). V roku 1987 sme pozorovali nárast aktivít aminopeptidáz, v roku 1988 vykazovali aminopeptidázy pomerne stálu aktivitu a v roku 1989 sme zistili

III. Vplyv koncentrácie substrátu na aktivitu pšeničných aminopeptidáz – Effect of substrate concentration on aminopeptidase activity

Koncentrácia substrátu ¹ (L-Glu-2NA)	Objemová aktivita pri rôznych pomeroch substrát : tlmičový roztok : enzým ² (µkat.ml ⁻¹)					
	1:1:1	1:1:2	1:2:1	1:2:2	2:1:1	2:2:1
0,001 mol.dm ⁻³	7,10	6,11	6,54	5,44	8,01	6,40
0,005 mol.dm ⁻³	8,90	6,52	7,13	5,98	10,38	6,89
0,010 mol.dm ⁻³	9,37	7,03	7,99	6,01	12,51	7,35
0,020 mol.dm ⁻³	8,90	6,77	7,07	5,90	11,99	7,01

¹substrate concentration, ²aminopeptidase activity in the conditions of different relations substrate : buffer : enzyme

IV. Vplyv teploty na stabilitu pšeničných aminopeptidáz – Effect of temperature on aminopeptidase activity

Enzým ¹	Aktivita ² (%)						
	-18 °C	5 °C	30 °C	37 °C	40 °C	50 °C	60 °C
Surový enzýmový preparát ³	11,9	100	100	99,7	98,6	30,2	9,2
Síranová zrazenina ⁴	100	100	98,9	99,1	96,4	38,3	10,1

¹enzyme, ²aminopeptidase activity, ³crude enzyme, ⁴sulphate precipitation

pokles aktivít aminopeptidáz (obr. 4). Aminopeptidázy patria teda medzi proteolytické enzýmy, ktorých aktivita je pravdepodobne nevyhnutná počas celého obdobia tvorby a dozrievania zrna pšenice.

LITERATÚRA

AOAGI, T. – WADA, T. – UMEZAWA, H.: Dynamic networks of proteases and their affections by the low-molecular-weight inhibitors. In: 2nd Int. Meet.: Molecular and cell regulation of enzymatic activity, Halle, 1987.

BRADFORD, M. M.: A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing for principle of protein dye-binding. *Anal. Biochem.*, 72, 1976: 580.

KOLEHMAINEN, L. – MIKOLA, J.: Partial purification and enzymatic properties of aminopeptidases from barley. *Arch. Biochem. Biophys.*, 145, 1971: 633–642.

MICHALÍK, I. – PETOVSKÝ, P.: Vplyv pestovateľských podmienok na amylázovú a proteázovú aktivitu zrna ozimnej pšenice. *Rostl. Výr.*, 32, 1986 (5): 537–542.

MIKOLA, J.: Germinating barley grains contain five acid carboxypeptidases with complementary substrates specificities. *Biochem. Biophys. Acta*, 747, 1983: 241–252.

MIKOLA, L. – SAARINEN, S.: Occurrence of acid and neutral carboxypeptidases in germinating cereals. *Physiol. Plant.*, 1986.

PETOVSKÝ, P.: Dynamika biosyntézy gluténových bielkovín v zrne ozimnej pšenice. [Kandidátska dizertácia.] Nitra, 1986. – VŠP.

WATERS, S. P. – DALLING, M. J.: Isolation and some properties of an aminopeptidase from the primary leaf of wheat. *Pl. Physiol.*, 55, 1984: 809–814.

Došlo 18. 1. 1995

Kontaktná adresa:

RNDr. Dana Urmínská, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 087/601, fax: 087/51 30 97

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

ODRŮDOVÉ ROZDÍLY OZIMÉ PŠENICE V NAPADENÍ MŠICEMI VE VZTAHU K BIOCHEMICKÝM CHARAKTERISTIKÁM

DIFFERENCES IN WINTER WHEAT CULTIVARS IN APHID INFESTATION IN RELATIONSHIP TO BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS

H. Havlíčková

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

ABSTRACT: Four winter wheat cultivars of domestic origin (Hana, Regina, Viginta, Zdar) and foreign cultivar Sparta were tested in glasshouse conditions for suitability to cereal aphids *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) in relationship to biochemical characteristics of plants. Suitability of cultivars for aphids was evaluated by aphid dry matter per tiller/spike 14 days from artificial infestation (three females *M. dirhodum*, *R. padi* per plant at the end of shooting phase – 49 GS, two females of *S. avenae* per spike at the beginning of anthesis – 59 GS). The content of dry matter, free amino acids and sugars in leaves and spikes of cultivars were determined in the control plants parallelly with infestation. Dry matter and basic metabolite contents in leaves of cultivars was in statistical significant positive correlation ($P < 0.001$) with reproduction of *R. padi* and in negative correlation ($P < 0.05$ to 0.005) with reproduction of *M. dirhodum* on plants. Relationship between biochemical characteristics of cultivars' spikes and reproduction of *S. avenae* was not confirmed. Based on differences in reproduction of aphids, a certain level of antibiosis of the Regina cultivar to aphids was associated with the low content of dry matter and metabolites, above all amino acids, in leaves and antibiosis in the Hana cultivar to *M. dirhodum* was connected with low level of water in leaves. The Sparta cultivar of a little development precocity, highest dry matter content, free amino acids and sugars in leaves was the best host for *R. padi* and a little suitable for *M. dirhodum*. The results obtained are discussed in relationship to differences in requirements of cereal aphids for host and resistance of cereals to aphids.

wheat cultivars; free amino acids; sugars; cereal aphids; host suitability

ABSTRAKT: Na pěti odrůdách ozimé pšenice (Hana, Regina, Viginta, Zdar a Sparta) pěstovaných ve skleníku byl ověřován vztah mezi chemickým složením rostlin a vhodností pro obilní mšice *Metopolophium dirhodum* (Walker), *Sitobion avenae* (F.) a *Rhopalosiphum padi* (L.). Obsah sušiny, volných aminokyselin a jednoduchých cukrů v listech rostlin byl ve statisticky významné pozitivní korelaci ($P < 0,001$) s reprodukcí *R. padi* a v negativní korelaci ($P < 0,005$) s reprodukcí *M. dirhodum* na odrůdách. U *S. avenae* nebyl vztah mezi stupněm napadení a hladinou vody a asimilátů v klasech odrůd potvrzen. Podle rozdílů v napadení odrůd byla určitá hladina antibiomy odrůdy Regina vůči *R. padi* spojena s nízkým obsahem sušiny a metabolitů, především aminokyselin, v listech a odrůdy Hana vůči *M. dirhodum* s nízkou hladinou vody v pletivech. Odrůda Sparta s vývojovým předstihem a nejvyšším obsahem sušiny a asimilátů v listech byla nejvhodnějším hostitelem pro *R. padi* a nevhodná pro *M. dirhodum*.

odrůdy pšenice; volné aminokyseliny; cukry; obilní mšice; vhodnost hostitele

ÚVOD

Ve všech oblastech západní Evropy jsou od počátku 70. let považovány mšice za vážné škůdce obilnin, snižující nejen výnos (Rabbinge, Coster, 1984; Roermond et al., 1986), ale i kvalitu zrna (Wratten, 1978). Jednou z cest ke snížení škodlivosti obilnin mšic je získání odrůd obilnin s vyšší hladinou rezistence vůči těmto škůdcům (Wratten et al., 1990). Kromě výběru rostlin mšicemi (preference) je význam-

ným faktorem rezistence obilnin vůči mšicím antibióza (Acreman, 1984), snižující vhodnost hostitele pro mšice, a tím i jejich růst a reprodukci. Antibióza může být v první řadě podmíněna nedostatečnou či nevyhovující hladinou živin v hostiteli. Proto bylo a stále je věnováno velké úsilí k objasnění vlivu základních rostlinných metabolitů, především aminokyselin a cukrů, na chování a reprodukci obilních mšic (Weibull, 1987, 1990; Kowalski, Viser, 1987; Kuo-Sell, 1989).

Polní screening pěti výkonných odrůd ozimé pšenice na rezistenci vůči mšicím ukázal meziodrůdové rozdíly v preferenci a abundanci mšic na rostlinách (Havlíčková, 1994). V předložené práci byly rozdíly v napadení odrůd v polních podmínkách ověřovány ve vztahu k biochemickým charakteristikám odrůd na uměle infestovaných rostlinách pěstovaných ve skleníku.

MATERIÁL A METODA

K pokusům bylo vybráno pět výkonných odrůd ozimé pšenice (Hana, Regina, Viginta, Zdar a Sparta). Rostliny testovaných odrůd byly na počátku fáze odnožování přesazeny do Mitcherlichových nádob naplněných směsí kompostové zeminy a písku (3 : 1). Do každé z 15 nádob dané odrůdy bylo umístěno sedm habituálně vyrovnaných rostlin a nádoby byly přeneseny do skleníku. Na konci fáze sloupkování (49 GS), odpovídající přirozenému náletu mšic na obilniny, byly rostliny ve čtyřech nádobách každé odrůdy infestovány mšicemi *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) (MD) a ve čtyřech nádobách mšicemi *Rhopalosiphum padi* (L.) (RP), v obou případech v poměru tři mšice na odnož. Od každé odrůdy bylo ponecháno po třech nádobách s neinfestovanými kontrolními rostlinami. Nádoby s infestovanými i neinfestovanými rostlinami byly uzavřeny izolátory ze silonové tkaniny. Rostliny ve zbývajících čtyřech nádobách byly ponechány do počátku fáze kvetení (59 GS), kdy bylo od každé odrůdy vybráno 24 podobných klasů, z nichž 12 bylo infestováno mšicí *Sitobion avenae* (F.) (SA), dvě samice na klas, a 12 ponecháno jako kontrola bez mšic. Infestované i neinfestované klasy byly překryty silonovými izolátory. Ve všech případech byly k infestaci použity mšice z udržovacích chovů oddělených druhů. Po sedmi dnech od infestace byly odebrány neinfestované rostliny ke stanovení obsahu sušiny, volných aminokyselin a jednoduchých cukrů v listech a klasech rostlin.

Obsah sušiny se zjišťoval vysušením rostlinných částí při 105 °C do konstantní hmotnosti. Ze 2 až 3 g čerstvé navážky byly připraveny vzorky (Havlíčková, 1986) ve třech opakováních od každé odrůdy, které

byly analyzovány na obsah volných aminokyselin (analýzátor volných aminokyselin, Mikrotechna) a cukrů (HPLC na pracovišti VŠCHT v Praze). Po 14 dnech od infestace byly z infestovaných rostlin (klasů) sejmuty izolátory, mšice odebrány, usmrceny parami chloroformu, vysušeny při 60 °C a zváženy. Rozdíly ve vhodnosti odrůd pro mšice byly hodnoceny podle průměrné hmotnosti sušiny mšic zjištěné na 12 fertilních odnožích (klasech) jednotlivých odrůd.

VÝSLEDKY

Podle hmotnosti sušiny mšic na odnož / klas rostlin byly zjištěny meziodrůdové rozdíly ve vhodnosti (nevhodnosti) odrůd pro mšice (tab. I), které byly porovnávány s biochemickými charakteristikami listů a klasů rostlin.

Průměrný obsah sušiny v listech odrůd, nejvyšší u odrůdy Sparta (21,5 %), nejnižší u odrůdy Zdar (19,1 %), byl ve statisticky významné pozitivní korelaci ($P < 0,001$) s hmotností sušiny RP a v negativní korelaci ($P < 0,001$) s hmotností sušiny MD na odrůdách (obr. 2). Obsah sušiny klasů byl u všech odrůd téměř stejný (33,2 až 33,9 %) a neukázal žádnou souvislost s infestací klasů SA.

V listech i klasech všech odrůd bylo zjištěno 18 volných aminokyselin, včetně amidů – kyselina asparagová, treonin, serin, asparagin, kyselina glutamová, glutamin, prolin, glycin, alanin, valin, metionin, izoleucin, leucin, tyrozin, fenylalanin, gama-aminomáselná kyselina, lyzin a arginin, s nejvyšším podílem alaninu, kyseliny glutamové a serinu v listech (40 až 50 %) a glutaminu v klasech (32 až 37 %). Listy i klasy odrůd obsahovaly tři hlavní cukry, dominující sacharózu (65 až 85 % v listech, 50 až 58 % v klasech), fruktózu a glukózu. V proporcích jednotlivých aminokyselin a cukrů v listech a klasech rostlin nebyly zaznamenány výraznější meziodrůdové rozdíly. Pouze u odrůdy Hana byl zjištěn většinou vyšší podíl sacharózy (80 až 85 % v listech, 56 % v klasech), který v listech ostatních odrůd nepřesahoval 82 % celkového obsahu cukrů v listech a 50 % v klasech. Hodnoty celkového obsahu volných aminokyselin a cukrů v listech a klasech byly

I. Hmotnost sušiny mšic na odrůdách ozimé pšenice po 14 dnech od umělé infestace (hodnoceno 12 fertilních odnoží) – Aphid dry matter on winter wheat cultivars 14 days from artificial infestation (12 fertile tillers evaluated)

Odrůda ¹	Mšice ² (mg)					
	<i>R. padi</i> / odnož ³		<i>M. dirhodum</i> / odnož ³		<i>S. avenae</i> / klas ⁴	
	$\bar{x}$	<i>Sd</i>	$\bar{x}$	<i>Sd</i>	$\bar{x}$	<i>Sd</i>
Sparta	30,3	4,90	13,6	2,71	8,8	2,30
Viginta	14,8	3,43	21,8	6,02	9,9	1,84
Hana	16,5	4,53	13,1	3,62	11,3	3,31
Zdar	14,2	2,93	23,7	5,83	10,2	2,51
Regina	10,3	2,16	19,1	3,06	7,4	2,14

¹cultivar, ²aphids, ³per tiller, ⁴per spike

u všech testovaných odrůd velmi nízké, ale ukázaly velké meziodrůdové rozdíly.

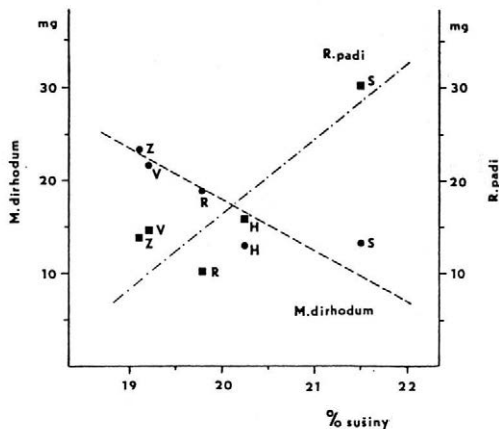
Hladina volných aminokyselin v listech odrůd, přepočtená na 1 g čerstvé hmotnosti listů (FW), byla výrazně nejvyšší u odrůdy Sparta (9,9 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ FW) a nejnižší u odrůdy Regina (3,9 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ FW). S rozdílnou hladinou aminokyselin souviselo chování mšic RP a MD na testovaných rostlinách. Obsah volných aminokyselin v listech odrůd byl ve statisticky významné pozitivní korelaci ($r = 0,9793$, $P < 0,001$) s hmotností sušiny RP a v negativní korelaci ($r = -0,7406$, $P < 0,01$) s hmotností sušiny MD na odnoži (obr. 3). Obdobný vztah byl zaznamenán mezi celkovou hladinou jednoduchých cukrů v listech (nejvyšší u odrůdy Sparta), 8,7 mg sušiny RP ($r = 0,8677$, $P < 0,005$) a MD ($r = -0,6124$, $P < 0,05$, obr. 4). Přepočet obsahu aminokyselin a cukrů na 1 g sušiny listů tyto výsledky potvrdil (hladiny významnosti v rozmezí $P < 0,005$ až $0,001$).

Celková hladina volných aminokyselin v klasech odrůd byla dvojnásobně až trojnásobně vyšší než v listech. Relativně vysoký obsah volných aminokyselin (30 až 34,5 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ FW) byl zjištěn v klasech odrůd Sparta a Hana, u ostatních odrůd hodnoty kolísaly v rozmezí od 13 do 21 $\mu\text{mol.g}^{-1}$ čerstvé hmotnosti klasů. Obsah cukrů byl nejvyšší v klasech odrůdy Hana (15,2 mg g^{-1} FW), v klasech zbývajících odrůd byly hodnoty téměř stejné (12,2 až 12,7 mg g^{-1} FW). Vztah mezi hladinou aminokyselin či cukrů v klasech odrůd a hmotností sušiny SA nebyl matematicky potvrzen ani v přepočtu na 1 g sušiny klasů (ve všech případech $P > 0,1$).

Porovnání chemické analýzy rostlin s reprodukcí mšic na jednotlivých odrůdách (tab. I) ukázalo spojitost mezi nízkou hladinou asimilátů, především volných aminokyselin v listech odrůdy Regina, a určitou hladinou antibiózy této odrůdy vůči RP a mezi nízkým obsahem vody v rostlinách a nevhodností odrůd Hana a Sparta pro MD. Na odrůdě Sparta, obsahující nejvyšší procento sušiny a nejvíce asimilátů v listech, se naopak průkazně nejrychleji množila RP (tab. I, obr. 1 až 3).

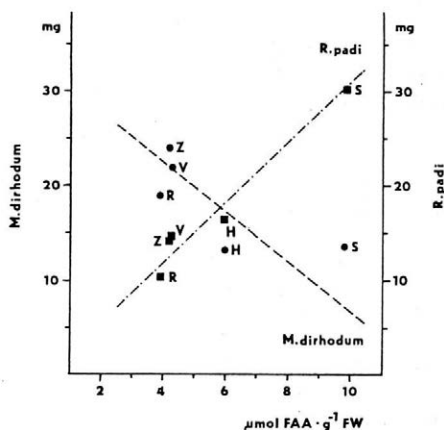
DISKUSE

Analýza rostlin pěti odrůd ozimé pšenice prokázala meziodrůdové rozdíly v obsahu vody a základních metabolitů a s nimi související rozdíly ve vhodnosti odrůd pro jednotlivé druhy obilních mšic. Bylo zjištěno, že *R. padi* se rychleji množila na odrůdách s vyšším obsahem vody, volných aminokyselin a cukrů v listech. Tento výsledek by mohl zdůvodnit vysoký výskyt této mšice na ječmeni s nižším obsahem vody v pletivech vyvolaným deficiencí draslíku (Havličková, Smetánková, 1991). Pozitivní vliv hladiny aminokyselin a cukrů v hostitelských rostlinách na reprodukci *R. padi* stanovili Tsumuki et al. (1987) a Weibull (1987, 1990). Vysoká vhodnost odrůdy Sparta pro *R. padi*, preference a vysoká abundance této mšice na odrůdách Super Zlatna, Slavia a Sparta v polních



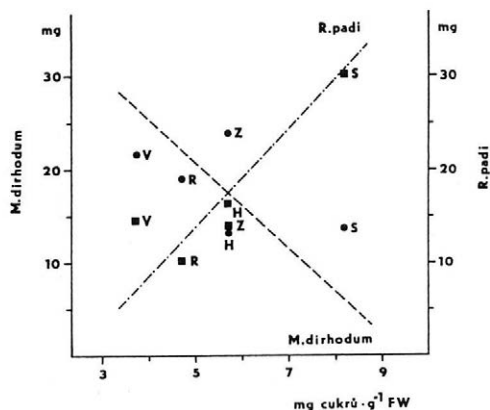
1. Korelace mezi obsahem sušiny v listech odrůd ozimé pšenice a hmotností sušiny *M. dirhodum* (●) a *R. padi* (■) na odnoži – Correlation between dry matter content in leaves of winter wheat cultivars and dry matter weight of *M. dirhodum* (●) and *R. padi* (■) per tiller

Vysvětlivky k obr. 1 až 3 – Explanations to Figs 1 to 3:
H – Hana, R – Regina, S – Sparta, V – Viginta, Z – Zdar



2. Korelace mezi obsahem volných aminokyselin v listech odrůd ozimé pšenice a hmotností sušiny *M. dirhodum* (●) a *R. padi* (■) na odnoži – Correlation between free amino acids content in leaves of winter wheat cultivars and dry matter weight of *M. dirhodum* (●) and *R. padi* (■) per tiller

pokusech (Havličková, 1989, 1994) ukazují, že *R. padi* dává přednost odrůdám, které jsou v době náletu mšic na obilniny ve vyšší růstové fázi. U *M. dirhodum* byl naopak pozorován vyšší požadavek na dostatečnou turgescenci pletiv, i když má i tento druh mšice nesporné požadavky na kvalitu hostitele (Honěk, 1994). Z chování *M. dirhodum* v porostu (Honěk, 1991) a požadavků na vyšší hladinu vody (Havličková, 1987) v hostiteli je možné usuzovat, že tento druh mšice bude preferovat a lépe se rozvíjet na pozdnějších odrůdách, tvořících hustý zápoj.



3. Korelace mezi obsahem jednoduchých cukrů v listech odrůd ozimé pšenice a hmotností sušiny *M. dirhodum* (●) a *R. padi* (■) na jedno – Correlation between sugar content in leaves of winter wheat cultivars and dry matter weight of *M. dirhodum* (●) and *R. padi* (■) per tiller

U *S. avenae* nebyl vztah mezi biochemickými charakteristikami odrůd a reprodukci mšic v klasech prokázán. Na tomto výsledku se mohly podílet relativně nízké meziodrůdové rozdíly v infestaci i chemickém složení klasů testovaných odrůd, ale i vysoká schopnost tohoto druhu mšic kompenzovat nedostatečnou hladinu živin hostitele (Mc Neill, Southwood, 1978). Pouze vysokou vhodnost odrůdy Hana pro *S. avenae* by bylo možné zdůvodnit vyšší hladinou aminokyselin a vysokým podílem sacharózy v klasech, která je všeobecně považovaná za významný fagostimulant hmyzu (Ishaya, 1986).

Rozdíly v nutriční kvalitě hostitelů jsou považovány za potenciální biochemické markery přirozené rezistence obilnin vůči mšicím a podle našich výsledků by mohly být i příčinou antibiózy odrůdy Regina vůči *S. avenae* a *R. padi* a rozdíly v napadení odrůd při polním screeningu rezistence (Havlíčková, 1994). Z dosavadních výsledků vyplývá, že hladinu rezistence obilnin vůči mšicím může ovlivnit nejen kvantita, ale i rozdíly v koncentraci některých aminokyselin a cukrů (Kowalski, Visser, 1987; Weibull, 1987, 1990) či látek druhotné syntézy (Niemeyer, 1990). Ale ani v listech, ani v klasech testovaných odrůd nebyly zjištěny výraznější rozdíly v proporcích jednotlivých aminokyselin či cukrů. Protože obsah jiných látek než aminokyselin a cukrů nebyl v testovaných odrůdách sledován, nelze tvrdit, že příčinou rozdílu ve vhodnosti odrůd pro mšice byly pouze rozdíly v hladině základních metabolitů. Ale na základě literárních údajů i získaných výsledků lze předpokládat, že při výběru a vhodnosti či nevhodnosti obilnin pro mšice se uplatňuje obsah vody a základních metabolitů v rostlinách, až již odrůdové specifický či navozený výživou (Havlíčková, Smetánková, 1991), a vývojová fáze odrůd při náletu mšic na obilniny (Dedryver, Di Pietro, 1986).

LITERATURA

- ACREMAN, T. M.: The potential of antibiosis for reducing outbreaks of *Sitobion avenae* on wheats. IOBC WPRS/Srop Bull., 7, 1984, (4): 17–18.
- DEDRYVER, CH. A. – DI PIETRO, J. P.: Biologie des pucerons des céréales dans l'Ouest de la France. VI. Etude comparative des fluctuations au champ des populations de *Sitobion avenae* (F), *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) et *Rhopalosiphum padi* (L.) sur différents cultivars de blé d'hiver. Agronomie, 6, 1986 (1): 75–84.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Změny v látkovém složení pšenice napadené mšicí stěmchovou (*Rhopalosiphum padi* L.). Rostl. Vyr., 32, 1986 (12): 1313–1320.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Behaviour and reproduction of cereal aphids in relation to changes in content of water and free amino acids in winter wheat during the growing season. Z. angew. Ent., 103, 1987: 142–147.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Rozdíly ve stupni napadení odrůd pšenice ozimé obilninami mšicemi. Ochr. Rostl., 25, 1989 (1): 53–57.
- HAVLÍČKOVÁ, H.: Polní screening pěti odrůd pšenice ozimé na rezistenci vůči mšicím. Ochr. Rostl. 30, 1994 (3): 221–231.
- HAVLÍČKOVÁ, H. – SMETÁNKOVÁ, M.: Vztah produkce jarního ječmene a napadení mšicí *Rhopalosiphum padi* (L.) k podmínkám výživy. Rostl. Vyr., 37, 1991 (9–10): 827–835.
- HONĚK, A.: Factors determining the peak abundance of *Metopolophium dirhodum* (Homoptera: Aphididae) on cereals. Bull. Ent. Res., 81, 1991: 57–64.
- HONĚK, A.: The effect of plant quality on the abundance of *Metopolophium dirhodum* (Homoptera: Aphididae) on maize. Eur. J. Ent., 91, 1994: 227–236.
- ISHAAYA, I.: Nutritional and allelochemic insect-plant interactions relating to digestion and food intake: Some examples. In: Insect. MILLER, J. R. – MILLER, T. A. (eds): Springer-Verlag 1986: 191–224.
- KOWALSKI, R. – VISSER, P. E.: Changes of free amino acids in the leaves of *Triticum aestivum* and their implications for the assessment of plant / insect interaction. J. Pl. Diss. and Protec., 94, 1987: 161–168.
- KUO-SELL, H. L. VON: Aminosäuren und Zucker im Phloemsaft verschiedener Pflanzenteile von Hafer (*Avena sativa*) zur Saugortpräferenz von Getreideblattläusen (Homoptera: Aphididae). J. appl. Ent., 108, 1989: 54–63.
- MCNEILL, S. – SOUTHWOOD, T. R. E.: The role of nitrogen in the development of insect / plant relationships. In: HARBORNE, J. B. (ed.): Biochemical aspects of plant and animal coevolution. London, Acad. Press 1978: 77–98.
- NIEMEYER, H. M.: Secondary plant chemicals in plant-host interactions. In: Proc. Aphid-Pl. Interact. Population to Molecules, Stillwater (USA), 1990: 101–111.
- RABBINGE, R. – COSTER, G.: Some effects of cereal aphids on growth and yield of winter wheat. In: Proc. 4th Austral. appl. Ent. Res. Sept. In: BARLEY, P. – SWINGER, D. (eds): 1984: 163–169.
- ROERMOND, H. J. W. VAN – CROOT, J. J. R. – ROSSING, W. A. H. – RABBINGE, R.: Calculation of aphid damage in winter wheat, using a simulation model. Med. Fac. Landb. Rijksuniv. Gent, 51/3a, 1986: 1125–1130.

TSUMUKI, H. – KONEHISHA, K. – SHIRAGA, T. – KAWADA, K.: Character of barley resistance to cereal aphids. *Nogaku Kenkyu*, 61, 1987 (3): 149–159.

WEIBULL, J.: Seasonal changes in free amino acids of oat and barley phloem sap in relation to plant growth stage and growth of *Rhopalosiphum padi*. *Ann. appl. Biol.*, 111, 1987: 729–737.

WEIBULL, J.: Host plant discrimination in the polyphagous aphid *Rhopalosiphum padi*: The role of leaf anatomy and storage carbohydrates. *Oikos*, 57, 1990: 167–174.

WRATTEN, S. D.: Effect of feeding position of the aphids *Sitobion avenae* and *Metopolophium dirhodum* on wheat yield and quality. *Ann. appl. Biol.*, 90, 1978: 11–20.

WRATTEN, S. D. – MARTIN, J. J. – RHIND, D. – NIEMEYER, H. M.: Mechanism of resistance in cereals to pests. In: *Brighton Crop Protec. Conf. Pest and Diseases*, 1990: 925–934.

Došlo 15. 3. 1995

Kontaktní adresa:

RNDr. Helena Havlíčková, CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507, 161 06 Praha 6-Ruzyně, Česká republika, tel.: 02/36 08 51, fax: 02/36 52 28

SWARD MEASUREMENT HANDBOOK

A. Davies, R. D. Baker, S. A. Grant, A. S. Laidlaw (eds)

British Grassland Society, Reading, 1993. 319 s.

Publikace je druhým přepracovaným vydáním z roku 1981, které bylo doplněno o nové poznatky. Kolektiv 18 autorů tvoří přední odborníci výzkumu travních porostů z Velké Británie, Kanady a Nového Zélandu, z nichž polovina je z Institute of Grassland and Environmental Research z Velké Británie.

Kniha je členěna do 14 kapitol, za každou je uveden přehled literatury, který umožňuje vyhledávání literatury k příslušným problémům. Kapitola 1 *Studie travních porostů* a kapitola 2 *Plánování, uspořádání, analýza a založení experimentu* obecně pojednávají o problematice studia travních porostů, definují cíle studia a zabývají se výběrem vhodných technik. Dále uvádějí uspořádání experimentů, výběr vzorků, vhodnou velikost studované plochy, časový plán a založení experimentu. Kapitola 3 *Rostlinná hmota* je věnována přímým a nepřímým metodám odhadu rostlinné hmoty. Kapitola 4 *Popis zdroje – složky vegetace a travního porostu* popisuje kvantitativní metody, týkající se floristického a morfologického složení. Kapitola 5 *Vývoj a počet odnoží*, kapitola 6 *Plocha listu a příjem světla*, kapitola 7 *Struktura pokryvu* a kapitola 8 *Rozložení, růst a změny kořenů* se zabývají nadzemními a podzemními charakteristikami travních porostů (počty výhonků, LAI, úhlovou strukturou listů, vertikální distribucí aj.) včetně používaných metod. Kapitola 9 *Změny pletiv*

v *travním porostu* je zaměřena na zkoumání tvorby, spotřeby, změn a ztrát rostlinných pletiv ve vztahu k odhadování produkce nadzemní biomasy. Kapitola 10 *Vhodné růstové křivky* popisuje aspekty růstu během vegetační sezony, výběr vhodného modelu a jeho testování. Kapitola 11 *Výměna C a rozdělení asimilátu* a kapitola 12 *Fixace a přenos N* se zabývají základními fyziologickými principy produkce C a N v travních porostech a jejím měřením. Kapitola 13 *Laboratorní metody pro odhadování nutriční hodnoty* a kapitola 14 *Analýza píce metodou NIRS* jsou věnovány kvalitativním hodnocením píce, a to od odběru přes zpracování vzorků po nejběžnější používané metody.

Publikace je velmi dobře zpracována, jednotlivé metody jsou popsány přehledně, s odkazem na další literaturu. Některé jednoduché pomůcky (např. sward stick) by však mohly být pro lepší názornost vyobrazeny. Metodické postupy se v některých kapitolách opakují, což je důsledek překrývání problematiky, zpracovávané značným počtem autorů.

Kniha je dobrou metodologickou pomůckou při studiu travních porostů, zvláště významná je však z pohledu zpracování pastevní problematiky, která je v domácí literatuře opomíjena. Publikace je vhodná pro všechny pracovníky zabývající se výzkumem travních porostů.

Ing. Vilém Pavlů

**Nejčerstvější informace o časopiseckých článcích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z **Current Contents** na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla **Current Contents**, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žádánek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech **Current Contents** najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.
Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žádanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %
- 2) **„Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.
Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Dr. Bartošová
Slezská 7
120 56 Praha 2
Tel.: 02/25 75 41, l. 520, fax: 02/25 70 90

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

že v návaznosti na časopis *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, který až do roku 1992 vycházel v Ústavu vědeckotechnických informací Praha, vydává od roku 1994

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

Časopis si zachovává původní koncepci reprezentace naší vědy (zemědělství, lesnictví, potravinářství) v zahraničí a jeho obsahem budou původní vědecké práce uveřejňované v angličtině s rozšířenými souhrny v češtině.

Časopis je otevřen nejširší vědecké veřejnosti a redakční rada nabízí možnost publikace pracovníkům vysokých škol, výzkumných ústavů a dalších institucí vědecké základny.

Příspěvky do časopisu (v angličtině, popř. v češtině či slovenštině) posílejte na adresu:

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Redakce časopisu *Scientia agriculturae bohemica*
165 21 Praha 6-Suchbát**

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 dvojitá mezera), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. 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 podtituly 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, měl 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, and with graphical documentation. 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

Kostrej A., Balogh Z.: Vztahy medzi teplotným a vlhkostným režimom vzduchu a rastovými charakteristikami ozimnej pšenice – Relationships between air temperature and humidity regime and growth characteristics of winter wheat	1
Vokál B., Radil B.: Vliv meziřádkové vzdálenosti na výnos hlíz, obsah sušiny a škrobu u brambor – Effects of row spacing on tuber yield, dry matter content and starch in potatoes.....	5
Starý M., Láníček J.: Modelování průběhu koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodním toku pod bodovým zdrojem znečištění – Modelling of concentration of oxygen dissolved in water flow under point source of contamination	11
Šálek J.: Čisticí účinek půdy při závlaze přerodem odpadními vodami – Purifying effect of soil during flood irrigation by waste waters	17
Jandák J.: Hodnoty měrného povrchu v zemědělských půdách regionu jihozápadní Moravy – Values of specific surface area in agricultural soils in the region of southwestern Moravia	23
Hubík K., Tichý F.: Vliv ekologických a pěstitelských faktorů na obsah beta-glukanů v ovsu – Effects of ecological and cropping factors on beta-glucan content in oats	29
Urminská D., Michalík I.: Izolácia a biochemická charakteristika aminopeptidáz zrna ozimnej pšenice – Isolation and biochemical characteristics of aminopeptidases from winter wheat grain	35
Havlíčková H.: Odrůdové rozdíly ozimé pšenice v napadení mšicemi ve vztahu k biochemickým charakteristikám – Differences in winter wheat cultivars in aphid infestation in relationship to biochemical characteristics.....	41
RECENZE – REVIEW	
Pavlu V.: A. Davies, R. D. Baker, S. A. Grant, A. S. Laidlaw: Sward measurement handbook ..	46