

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

11

VOLUME 44
PRAHA
LISTOPAD 1998
CS ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

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

Členové – Members

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

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

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

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

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

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

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

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc. (Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, České Budějovice, ČR)

Prof. RNDr. Lubomír Nátr, DrSc. (Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, ČR)

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

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)

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 Vrkoch, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

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

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

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

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

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 44 vychází v roce 1998.

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.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 je 744 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 44 appearing in 1998.

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.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: editor@login.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 1998 is 177 USD (Europe), 195 USD (overseas).

VLIV NADBYTKU DUSÍKU VE VÝŽIVĚ *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH. NA TVORBU JEJÍCH ÚČINNÝCH LÁTEK

THE EFFECT OF NITROGEN SURPLUS IN FERTILIZING RATES APPLIED TO *ECHINACEA PURPUREA* (L.) MOENCH. ON THE PRODUCTION OF ITS ACTIVE SUBSTANCES

L. Kolář, R. Ledvina, S. Kužel, J. Pašek

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

ABSTRACT: Pot experiments were conducted to study the effect of nitrogen surplus in form of NH_4^+ and NO_3^- in relation to the presence of ions Ca^{2+} , Li^+ , Na^+ from applied fertilizers, and the effect of SO_4^{2-} , HCO_3^- and Cl^- on the production of active substances in *Echinacea purpurea* (L.) Moench. The effect of carbon on nitrogen nutrition of plants was studied in variants with additions of cattle dung, cattle manure, mustard, white clover, wheat straw with constant C contents, and parallelly with constant N content at different C : N ratios. Variations in nitrogen content in plants ($N_{\min} + N_{\text{tot}}$) were examined in relation to variations in active substances in plants. Variations in total, mineral and mineralizable nitrogen in the soil of vegetation pots were also studied. No significant difference was demonstrated between the forms of nitrogen applied by N-fertilizing and its effect on the content of active substances in *E. purpurea*; the study of cation effects showed that contrary to calcium effects the production of active substances was supported by univalent cations moderately but statistically significantly. Different effects of anions SO_4^{2-} , Cl^- and HCO_3^- are statistically insignificant at fertilizing with ammonium nitrogen. Even though the C : N ratio is satisfactory, the production of active substances is reduced by applications of organic manures apparently through an increase in mineralizable nitrogen and a decrease in mineral nitrogen in the soil of vegetation pots. It is surprising that both fast and slow decomposable carbon sources, i.e. glucose and wheat straw, are ineffective in this aspect. Similarly like in the preceding variants, the largest immobilization effects in variants with constant N contents in organic matter additions were observed in mustard, not in straw as expected. Variations in the content of nitrogen forms in pot soil are surprisingly in good agreement with the production of active substances in *E. purpurea* plants. Variations in the contents $N_{\min} + N_{\text{tot}}$ in plants in relation to variations in their contents of active substances have not only a nonlinear course but they are evidently a result of at least two different processes. A relation of the production of active substances in *E. purpurea* to increasing nitrogen rates expressed by an $N_{\min} : K$ ratio was also studied. Maximum production was attained at a 6 : 1 ratio in the soil used.

Asteraceae; Echinaceae; E. purpurea; active substances; N fertilizing

ABSTRAKT: V nádobových pokusech byl sledován vliv hnojení dusíkem a přidavku různých organických hmot do substrátu na produkci účinných látek *Echinacea purpurea* (L.) Moench. Tato rostlina by mohla být využita jako alternativní plodina v marginálních oblastech (Wittlingerová et al., 1994) pro průmyslové zpracování k výrobě léčiv a potravních doplňků. Bylo zjištěno, že při značném přebytku dusíku k ostatním živinám ($N_{\min} : K = 6 : 1$) v substrátu produkuje rostlina největší množství účinných látek bez ohledu na druh dusíkatého hnojiva, za předpokladu, že dusík není imobilizován uhlíkatými zdroji, v substrátu snadno rozložitelnými. Z toho důvodu je vyloučeno zelené hnojení. Maxima produkce účinných látek je dosaženo teprve v posledních vegetačních fázích rostliny, proto ji lze sklízet nejdříve v době květu.

Asteraceae; Echinaceae; E. purpurea; účinné látky; hnojení N

ÚVOD

Echinacea purpurea (L.) Moench. s českými názvy rudbeckie nachová (řípatka nachová) z čeledi *Asteraceae* je domovem v horských lesích severní Ameriky, kde roste asi 40 příbuzných druhů (Kamr, 1991). Nejvýznamnější z hlediska farmaceutického jsou kro-

mě *E. purpurea* *E. angustifolia* (obě diploidní), $n = 11$ a *E. pallida* (tetraploidní), $n = 22$ (Harnischflegger, Stolze, 1983). Tyto rostliny byly od pradávna používány severoamerickými Indiány jako prostředky proti celé řadě nemocí, teprve na přelomu 19. a 20. století se dostávají do evropské medicíny (Šícha et al., 1989). Celé rostliny, zvláště však kořeny, obsahují

antibakteriální, antivirové a protizánětlivé látky, ale také látky antialergické a látky aktivující imunitní systém člověka (Koch, Vebel, 1953; Bonadeo et al., 1971; May, Willuhn, 1978; Wacker, Hilbig, 1978; Tympner, 1981; Wagner, Proksch, 1981; Becker, 1982; Wagner et al., 1985; Beuscher, Kopanski, 1987). Sleduje se i možné protinádorové působení (Bauer, Wagner, 1990). Složení účinných látek *E. purpurea* je neobyčejně pestré. Kromě echinaceinu (N-izobutylamid kyseliny 2-trans-6-cis-8,10-trans-dodekanové) jsou to polyacetylenové sloučeniny, deriváty kyseliny kávové, 16 flavonoidů, echinacosid, terpenické uhlovodíky, ketoalkeny a ketoalkeny, ale i některé specifické polysacharidy a mnoho dalších. Složení a účinek jednotlivých látek v extraktech *E. purpurea* popisují podrobně Bauer, Wagner (1990). Tuto rostlinu i ostatní příbuzné druhy dnes zpracovává ve velkém rozsahu německý farmaceutický průmysl (více než 200 preparátů), jak vyplývá z materiálů ABDA (1988).

U nás uvažujeme pěstovat *E. purpurea* jako alternativní rostlinu v marginálních oblastech, kde by mohla pomoci udržet zemědělskou výrobu s dobrým ekonomickým výsledkem (Kolář, 1997a). Pašek (1997) zjistil, že nejvyšší produkci účinných látek *E. purpurea* lze dosáhnout hnojením s neharmonickým poměrem živin. Zdá se, že neharmonická výživa stimulovala u rostliny tvorbu obranných látek, zajišťujících pro ni přežití v obtížných podmínkách, které jsou v nějaké vazbě na tvorbu látek farmakologicky významných pro člověka. Jev popsal Kolář (1981, 1982a, b) u jetele lučního a vlního bobu mnoholistého (*Lupinus polyphyllus* Lindl), který za podobných podmínek produkuje fytoestrogen flavonoidního typu, genistein. U uvedených rostlin produkci účinné látky zvyšoval relativní nadbytek draslíku a molybdenu, u rostliny *E. purpurea* relativní nadbytek dusíku (Pašek, 1997). Při sledování vztahu kvality rostlinné produkce a hnojení nejsou tyto jevy příliš vzácné. Přehledně o nich referují Kolář (1995, 1997b) a Kalač (1995).

MATERIÁL A METODA

V nádobových pokusech na substrátu z kompostu a písku byl ověřován vliv přebytku dusíku vzhledem k ostatním živinám, jejichž obsah ve všech variantách byl konstantní. Byl sledován vliv aplikované formy dusíku (NO_3^- , NH_4^+ , amidický dusík), vliv druhu hnojiva z hlediska doprovodného iontu (Ca^{2+} , Li^+ , Na^+ k NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- k NH_4^+) a vliv uhlíkatého zdroje, který by mohl podpořit imobilizaci aplikovaného dusíku. Varianty obsahovaly stejné množství uhlíku (8 g C_{ox} /kg substrátu) v hovězí mrvě, hovězím hnoji, jeteli plazivém, hořčici (zelené hnojení) a v pšeničné slámě. Fyzikální stav organických hnojiv byl sjednocen usušením při 105 °C a rozemletím v laboratorním šrotovníku na prosev 0,5 mm sítím.

V alternativních variantách byl u uvedených uhlíkatých zdrojů naopak jako konstantní určen obsah dusíku uhlíkatého zdroje (10 g N/kg substrátu), pochopitelně s různým poměrem C : N v jednotlivých variantách.

Vyjmenované uhlíkaté zdroje byly v paralelních experimentech první skupiny variant porovnány s čistou glukózou a rozpustným modifikovaným škrobem Mikrolys 34 (Lyckebey Amylex, Horažďovice).

Změny forem dusíku v nádobách během vegetace *E. purpurea* byly sledovány stanovením dusíku minerálního (ve vylúchách zeminy iontově-selektivními elektrodami potenciometricky), celkového (Kjeldahl) a mineralizovatelného (Vaněk et al., 1989) aerobní inkubací zeminy s pískem. V rostlinách byl stanoven N minerální a N celkový.

Rostliny byly v nádobách pěstovány až do počátku kvetení, pak byly pokusy zrušeny. K analýze byla použita horní třetina rostlin, z níž byly odebrány listy k přípravě průměrného vzorku. Listy byly rozřezány na řezačky na proužky 2 až 3 mm široké a čerstvý materiál byl extrahován metanolem, jak doporučuje německá provozní metodika.

Ke stanovení účinných látek *E. purpurea* byl použit pracovní postup, doporučený německými předpisy (1. Amtliche Ausgabe des Homöopathischen Arzneibuches, 1985), který představuje chromatografie na tenké vrstvě (Kieselgel HR) s metanolem extraktem rostliny v soustavě cyklohexan : éter : metanol 7 : 2 : 1, s detekcí roztokem anisaldehydu a zahřátím na 105 °C; srovnávacími látkami jsou anethol, thymol a breznatechin. Ve spodní třetině chromatogramu je červená skvrna breznatechinu, ve střední oranžová skvrna thymolu a v horní třetině fialová skvrna anetholu. Účinné látky *E. purpurea* tvoří modrou skvrnu v breznatechinu, mezi breznatechinem a thymolem je další modrá skvrna a těsně nad ní fialová a přímo nad skvrnou anetholu další modrá skvrna.

Skvrny účinných látek *E. purpurea* je možné přenést na papír, vystřihnout a podle hmotnosti semikvantitativně vyhodnotit. Pro dané účely tato primitivní, ale rychlá a spolehlivá metoda, určená pro provoz lékařských laboratoří, plně vyhovuje. Přesné analytické postupy ke stanovení jednotlivých účinných látek DC, TLC, GLC a HPLC chromatografií uvádí 38 pramenů, které citují Bauer, Wagner (1990).

Veškeré analytické postupy i nádobové pokusy, v každé variantě šestkrát opakované, byly hodnoceny matematicko-statistickými metodami na principu Lordova testu, který je zvláště vhodný pro máloprvkové soubory (Eckschlager et al., 1980). V tab. III jsou pro grafické zpracování výsledků uvedeny hodnoty u Lordova testu (obr. 4), definovaného vztahem:

$$u = \frac{x_A - x_B}{R_A + R_B}$$

Byla tak testována hypotéza statistické významnosti dvou průměrů x_A a x_B při rozpětích souborů R_A a R_B a hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Kritická hodnota Lor-

I. Analýza substrátu v pokusných nádobách na počátku pokusu (v sušině vzorku) – Analysis of soils in experimental pots at the beginning of experiment (in sample dry matter)

	mg/kg		%
Přístupný ¹ K (Mehlich II)	218	Celkový C	4,21
Přístupný P (Mehlich II)	105	C _{ox}	
Přístupný Mg (Mehlich II)	67	C humusových kyselin ⁶	1,46
Minerální ² N (N _{min})	31,5	C _H + C _F	
Celkový ³ N (N _{tot}) (Kjeldahl)	3 840	Stupeň humifikace ⁷	34,7
Celkový N _{min} po inkubaci ⁵ (NH ₄ ⁺ + NO ₃ ⁻)	70,1	S _H = (C _H + C _F)/C _{ox} · 100	
Mineralizovatelný ⁴ N (Vaněk, 1989)	38,6		
pH _{KCl}	6,43	C _{ox} : N _{tot}	10,96 : 1
KVK [mmol chem. ekv./kg]	196		

¹available, ²mineral, ³total, ⁴mineralizable, ⁵after incubation, ⁶of humic substances, ⁷humification rate

II. Analýza zdrojů uhlíku použitých v nádobovém pokusu (přepočten na sušinu vzorku) – Analysis of carbon sources used in a pot experiment (expressed as sample dry matter)

	C _{ox} (%)	N (%)
Hovězí mrva ¹	42,6	1,86
Hovězí hnůj ²	36,1	1,75
Jetel plazivý ³	62,5	3,13
Hořčice ⁴	54,0	2,80
Pšeničná sláma ⁵	47,1	0,52
Glukóza ⁶	40,0	—
Mikrolys 34	44,4	—

¹cattle dung, ²cattle manure, ³white clover, ⁴mustard, ⁵wheat straw, ⁶glucose

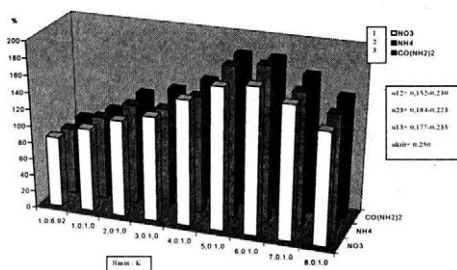
dova testu při šesti opakováních pokusů pro $\alpha = 0,05$ $u_{krit} = 0,250$.

Výsledky statistického hodnocení závislosti uvedených v ostatních grafech jsou k dispozici u autorů publikace.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Analýza substrátu (kompost + písek) v pokusných nádobách na počátku pokusu je shrnuta v tab. I. Obsah přístupného draslíku, hořčičku a fosforu lze považovat za dobrý, stupeň humifikace půdní organické hmoty je relativně vysoký. Tím je podíl primární, snadno transformující organické hmoty v zemině nádob nižší, neboť zeminnou složkou substrátu byl kompost. Analýza zdrojů uhlíku je uvedena v tab. II.

Základní variantou pro sledování produkce účinných látek *E. purpurea* v substrátu (tab. I) je poměr minerálního dusíku N_{min} = 31,5 mg N/kg : K (přístupný draslík) = 1 : 6,92. Pokusné varianty byly založeny se zvyšujícím



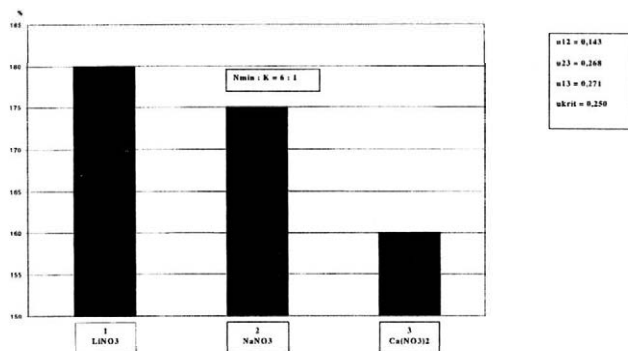
1. Vliv formy dusíku na produkci účinných látek *E. purpurea* (%) – The effect of nitrogen forms on the production of active substances in *E. purpurea* (%)

Vysvětlivky k obr. 1 až 8 – Explanations to Figs 1 to 8:
bez organického přídavku – without organic matter addition
hovězí mrva – cattle dung
hovězí hnůj – cattle manure
jetel plazivý – white clover
hořčice – mustard
pšeničná sláma – wheat straw
glukóza – glucose

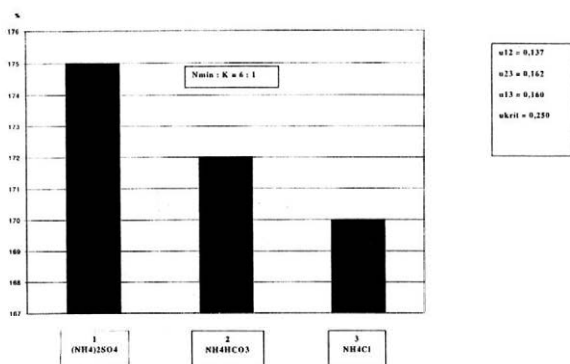
se množstvím dusíku počínaje poměrem N_{min} : K = 1 : 1 (nulová varianta). Vliv formy N představuje obr. 1.

Rozdíly vyprodukovaného množství účinných látek rostlinou *E. purpurea* jsou při poměru N_{min} : K = 1 : 1 i při poměru 6 : 1 v závislosti na hnojení dusíkem ve formě močoviny, LiNO₃ a NH₄HCO₃ zanedbatelné, což potvrdilo i znatematicko-statistické hodnocení, neboť Lordův test má nižší hodnotu u pro všechny kombinace variant, než je kritická hodnota při $(1 - \alpha) = 0,05$; při šestinásobném opakování $u_{krit} = 0,250$.

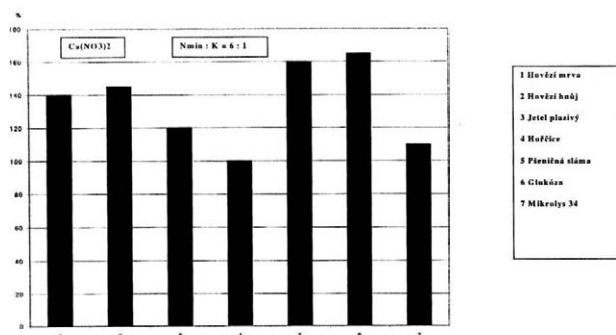
Na obr. 2 je znázorněna produkce účinných látek *E. purpurea* při hnojení dusíkem ve formě NO₃ při poměru N_{min} : K = 6 : 1, přičemž byl jako hnojivo použit LiNO₃, NaNO₃ a Ca(NO₃)₂. Mezi aplikací LiNO₃



2. Vliv kationtů při hnojení nitrátovým dusíkem na produkci účinných látek *E. purpurea* (%) – The effect of cations at nitrate nitrogen fertilizing on the production of active substances in *E. purpurea* (%)



3. Vliv aniontů při hnojení amonným dusíkem na produkci účinných látek *E. purpurea* (%) – The effect of anions at ammonium nitrogen fertilizing on the production of active substances in *E. purpurea* (%)



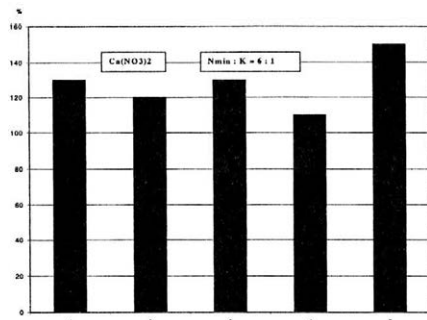
4. Vliv přidavku organických hmot do substrátu ($C_{ox} = 8$ g/kg substrátu) na produkci účinných látek *E. purpurea* (%) – The effect of organic matter additions to soil ($C_{ox} = 8$ g/kg soil) on the production of active substances in *E. purpurea* (%)

a $NaNO_3$ opět nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl, ale při aplikaci $Ca(NO_3)_2$ byla produkce účinných látek rostliny postřehnutelně nižší. Vápník zřejmě ruší burcující účinek dusíku, i když testování rozdílů průměrů této varianty vzhledem k variantě $LiNO_3$ i $NaNO_3$ je jen těsně nad kritickou hodnotou pro $(1 - \alpha) = 0,05$, tj. $u_{krit} = 0,250$.

Obr. 3 uvádí stejnou závislost pro dusík ve formě NH_4^+ , a sice ve spojení s anionty SO_4^{2-} , Cl^- a HCO_3^- , opět při poměru $N_{min} : K = 6 : 1$. Ukázalo se, že anion-

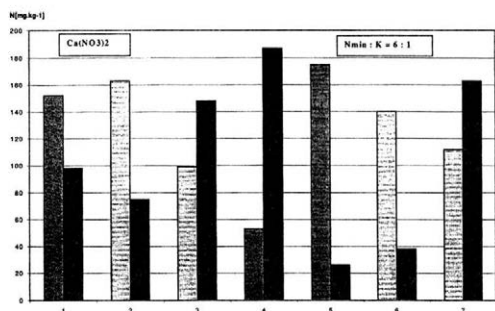
ty na účinnost dusíku provokujícího tvorbu účinných látek *E. purpurea* vliv nemají, jak potvrdila statistická analýza.

Na obr. 4 jsou zobrazeny produkce účinných látek sledované rostliny při poměru $N_{min} : K = 6 : 1$ a při konstantním přidavku C_{ox} uhlíkatých zdrojů v množství 8 g C_{ox} /kg substrátu v nádobě. Základním dusíkatým hnojivem byl $Ca(NO_3)_2$. Grafické výsledky i matematicko-statistické hodnocení, které je potvrzuje, dokazují, že glukóza a sláma produkci účinných látek



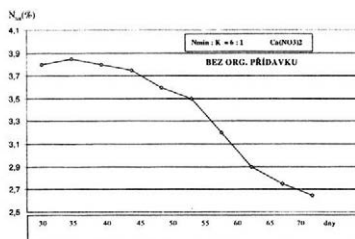
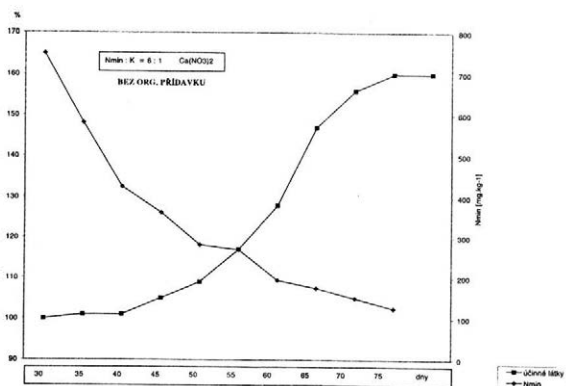
u12=0,312
u13=0,226
u14=0,481
u15=0,267
u23=0,403
u24=0,278
u25=0,409
u34=0,398
u35=0,341
u45=0,582
ukrit=0,250

5. Vliv přidavku organických hmot do substrátu (konstantní dávka dusíku organického přidavku $N = 10 \text{ g/kg}$ substrátu) na produkci účinných látek *E. purpurea* (%) – The effect of organic matter additions to soil (constant nitrogen rate of organic matter addition $N = 10 \text{ g/kg}$ soil) on the production of active substances in *E. purpurea* (%)



■ Nmin
■ Nminer
1 Hovězí mrvá
2 Hovězí hnůj
3 Jetele plavivý
4 Hořčice
5 Pšeničná sláma
6 Glukóza
7 Mikrobijs 34

6. Obsah minerálního ($N_{\min}$) a mineralizovatelného (N_{miner}) dusíku v substrátu při ukončení pokusu s konstantním přidavkem uhlíku organických hmot (obr. 4) – Contents of mineral ($N_{\min}$) and mineralizable (N_{miner}) nitrogen in soil at the end of experiments with constant additions of organic matter carbon (Fig. 4)



7. Časová závislost změn celkového dusíku N_{tot} , minerálního dusíku $N_{\min}$ a účinných látek *E. purpurea* (%) v sušině celkové hmoty rostliny – Variations in total nitrogen N_{tot} , mineral nitrogen $N_{\min}$ and active substances in *E. purpurea* (%) in the dry matter of total plant mass in relation to time

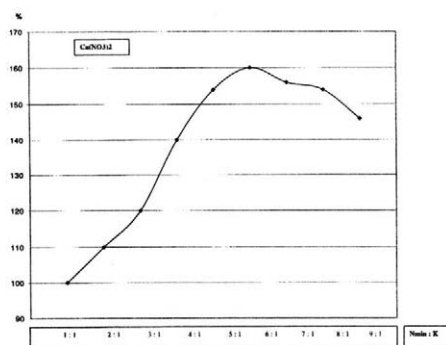
neovlivnily. Největší pokles způsobil přidavek jetele a hořčice, poněkud menší vliv (ale prakticky stejný) měla mrvá a hnůj. Modifikovaný škrob účinkoval jako rostliny zeleného hnojení.

Obr. 5 udává změny účinných látek opět při poměru $N_{\min} : K = 6 : 1$ v substrátu s organickými přidavky, dávkovanými podle konstantního dusíku (10 g N/kg substrátu). Je zřejmé, že rychlost rozložitelnosti organického materiálu v procesu imobilizace dusíku hraje rozhodující roli. Stejně jako na obr. 4 nejvíce snižovala produkci účinných látek hořčice. Očekávaný efekt slámy se nepotvrdil.

Na obr. 6 jsou zaznamenány změny forem dusíku v substrátu nádob ($N_{\min} : K = 6 : 1$) při ukončení pokusu pro varianty s různými zdroji uhlíku (dávka uhlíku 8 g/kg substrátu). U variant s největším poklesem produkce účinných látek rostliny vždy stoupá dusík mineralizovatelný a klesá dusík minerální. Je zajímavé, proč se imobilizačně neprojevila glukóza ani sláma. Zřejmě vzhledem k trvání pokusu a složení zeminy v nádobách byl rozklad slámy příliš pomalý a naopak glukózy příliš rychlý (Nováková, 1989), aby tyto zdroje uhlíku mohly bilancí dusíku vzhledem k tvorbě účinných látek *E. purpurea* ovlivnit.

III. Matematicko-statistické vyhodnocení výsledků obr. 4; hodnoty u Lordova testu ($u_{krit} = 0,250$) – Mathematico-statistical processing of data in Fig. 4; the values u of Lord's test ($u_{crit} = 0.250$)

$x_A x_B$	u	$x_A x_B$	u	$x_A x_B$	u	$x_A x_B$	u
1,2	0,242	1,7	0,378	2,7	0,391	4,5	0,361
1,3	0,275	2,3	0,332	3,4	0,405	4,6	0,621
1,4	0,485	2,4	0,503	3,5	0,382	4,7	0,299
1,5	0,252	2,5	0,271	3,6	0,444	5,6	0,198
1,6	0,258	2,6	0,264	3,7	0,521	5,7	0,427
—	—	—	—	—	—	6,7	0,553



8. Závislost produkce účinných látek *E. purpurea* (%) a poměru $N_{min} : K$ v substrátu nádobového pokusu – Relation of the production of active substances in *E. purpurea* (%) to an $N_{min} : K$ ratio in the soil of pot experiments

Na obr. 7 je zachycena časová závislost obsahu minerálního dusíku N_{min} , celkového dusíku N_{tot} a účinných látek v rostlinách. Tato závislost je složitá a pravděpodobně ji tvoří několik paralelních procesů, nejméně dva. Ze začátku se účinné látky netvoří, ale obsah dusíku stoupá. Tvorba účinných látek začíná opožděně. Pak dochází ke známému jevu zředování koncentrace živin (a tedy i dusíku) intenzivním růstem, při kterém jsou využívány předem přijaté živiny. Koncentrace účinných látek však neklesá, naopak intenzivně roste až k dosažení maxima.

Na obr. 8 je znázorněna závislost produkce účinných látek *E. purpurea*, pěstované v popsaném substrátu, na dávce dusíku, vyjádřené poměrem $N_{min} : K$. Při poměru 6 : 1 bylo dosaženo maxima produkce, zvyšování dávky dusíku pak už nemělo na produkci účinných látek vliv a posléze ještě vyšší dávky N působily depresi tvorby, vyvolanou zřejmě poškozením kořenového vlášení rostliny vysokou koncentrací solí. Jiný substrát pochopitelně dá výsledky odlišné.

Závěrem lze konstatovat, že pro maximální výtěžek účinných látek *E. purpurea* je nutné hnojit extrémně vysokými dávkami minerálního dusíku, bez ohledu na druh hnojiva, nehnojit organicky, zvláště je vyloučeno zelené hnojení. Rostliny lze sklízet nejdříve v době květu.

IV. Vztah $N_{min} : K$ v substrátu k poměru živin $K : N$ v sušině *E. purpurea* v době květu a výrobní efekt dusíku V_{REN} z hlediska produkce účinných látek rostliny – $N_{min} : K$ ratio in soil in relation to $K : N$ ratio in dry matter of *E. purpurea* at the time of flowering, and production effect of nitrogen V_{REN} with respect to the production of active substances in plants

$N_{min} : K$ v substrátu ¹	Poměr $K : N$ v sušině nadzemní části rostlin ²	Výrobní efekt dusíku ³ V_{REN}
1 : 1	1,15	0,446
2 : 1	1,13	0,492
3 : 1	1,12	0,536
4 : 1	1,09	0,582
5 : 1	1,02	0,598
6 : 1	0,95	0,554

¹ in soil, ² in dry matter of the aboveground parts of plants, ³ production effect of nitrogen

V tab. IV je uveden poměr živin $K : N$ v sušině rostlin v době květu a výrobní efekt dusíku až do poměru $N_{min} : K = 6 : 1$ v substrátu (100 % účinných látek při $N_{min} : K = 1 : 1$). Výrobní efekt dusíku byl vypočítán z poměru procentuálního zlomku účinných látek k obsahu dusíku nadzemní biomasy rostlin.

Poměr $K : N$ v sušině rostlin v době květu se mění v závislosti na značných změnách $N_{min} : K$ v substrátu i na množství produkce účinných látek (obr. 8) překvapivě málo, totéž platí pro výrobní efekt dusíku, který dokazuje, že maximum produkce účinných látek v rostlinách neodpovídá zcela maximu produkce z pěstební plochy.

Poděkování

Autoři děkují firmám Racina, Kalma a Glycina za financování tohoto výzkumu.

LITERATURA

- BAUER, R. – WAGNER, H.: Echinacea. Stuttgart, Wissenschaftl. Verlagsgesell. mbH, 1990. 182 s.
BECKER, H.: Gegen Schlangenbiss und Grippe-Verwendung und Inhaltsstoffe von *Echinacea angustifolia* und *E. purpurea*. Dtsch. Apoth. Ztg., 122, 1982: 2320–2323.

- BEUSCHER, H. – KOPANSKI, L.: Modulation of the immune response by polymeric substances from *Baptisia tinctoria* and *Echinacea angustifolia*. Pharm. Weekbl. Sci. Ed. Vol. 9, 1987. 229 s.
- BONADEO, I. – BOTAZZI, G. – LAVAZZA, M.: Echinacina B, polysaccharide attivo dell' *Echinacea*. Riv. Ital. Essenze-Profumi-Aromi-Saponi-Aerosoli, 53, 1971: 281–295.
- ECKSCHLAGER, K. – HORSÁK, I. – KODEJŠ, Z.: Vyhodnocování analytických dat výsledků a metod. Praha, SNTL 1980. 223 s.
- HARNISCHFLEGER, G. – STOLZE, H.: Bewährte Pflanzendrogen in Wissenschaft und Medizin. Bad Hamburg, Melungen, Notamed Verlag 1983. 170 s.
- KALÁČ, P.: Pfirožené antinutriční látky v zemědělských plodinách. In: Sbor. ČZU AF Racionální použití průmyslových hnojiv, 2. část, Praha, 1995: 12–14.
- KAMÍR, P.: Bylinář – rostlinné stimulatory. 1. vyd. Brno, Littera 1991. 125 s.
- KOCH, F. E. – VEBEL, H.: Experimentelle Untersuchungen über die örtliche Gewebswirkung der *Echinacea purpurea* Moench. Arzneim. Forsch., 3, 1953: 16–19.
- KOLÁŘ, L.: Izolace estrogenního genisteinu z včelího bobu mnoholistého (*Lupinus polyphyllus* Lindl.). In: Sbor. PEF VŠZ Praha, České Budějovice, 1981 (1): 17–27.
- KOLÁŘ, L.: Vliv přijatých živin na tvorbu genisteinu v jeteli lučním. Rostl. Výr., 28, 1982a (1): 89–95.
- KOLÁŘ, L.: Estrogenní genistein v jeteli lučním. 1. a 2. sděl. In: Sbor. PEF VŠZ Praha, České Budějovice, 1982b (1): 1–12; (2): 1–18.
- KOLÁŘ, L.: Výživa a kvalita produkce. In: Sbor. ČZU AF Racionální použití průmyslových hnojiv, 1. část, Praha, 1995: 4–13.
- KOLÁŘ, L.: Imunogenní rostliny jako alternativní rostliny marginálních oblastí pro farmaceutický a potravinářský průmysl. In: Sbor. Ref. mezin. věd. Konf. Agregion 97, JU ZF, 1997a: 269–271.
- KOLÁŘ, L.: Výživa rostlin dusíkem a kvalita produkce. In: Sbor. ČZU AF Racionální použití průmyslových hnojiv, Praha, 1997b: 37–42.
- MAY, G. – WILLUHN, G.: Arzneim. Forsch., 28, 1978 (1). In: ŠÍCHA, J. – HUBÍK, J. – DUŠEK, J.: Obsahové látky rodu *Echinacea*. Potenciální antivirotika a imunostimulantia. Českoslov. Farm., 1989: 424–428.
- NOVÁKOVÁ, J.: Vliv jílových minerálů na biologické procesy v půdě. Praha, VŠZ, VN MON 1989. 168 s.
- PASEK, J.: Návrh výroby imunogenního sirupu z fyziologicky účinné látky *Echinacea purpurea* (L.) Moench. [Diplomová práce.] České Budějovice, ZF JU 1997. 69 s.
- ŠÍCHA, J. – HUBÍK, J. – DUŠEK, J.: Obsahové látky rodu *Echinacea*. Potenciální antivirotika a imunostimulantia. Českoslov. Farm., 1989: 424–428.
- TYMPNER, K. D.: Der immunbiologische Wirknachweis von Pflanzenextrakten. Z. Angew. Phytother., 2, 1981: 181–184.
- VANĚK, V. – VOSTAL, J. – PAVLÍKOVÁ, D.: Metody stanovení dusíku v půdě a jejich využití k hnojení zemědělských plodin. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1989.
- WACKER, A. – HILBIG, W.: Virushemmung mit *Echinacea purpurea*. Pl. Med., 33, 1978: 89–102.
- WAGNER, H. – PROKSCH, A.: Über ein immunstimulierendes Wirkprinzip aus *Echinacea purpurea* Moench. Z. Angew. Phytother., 2, 1981: 166–171.
- WAGNER, H. – PROKSCH, A. – RIESS-MAURER, I. – VOLLMAR, A. – ODENTHAL, S. – STUPPNER, H. – JURCIC, K. – LE TURDU, M. – FANG, I. N.: Immunstimulierende wirkende Polysaccharide (Heteroglykane) aus höheren Pflanzen. Arzneim. Forsch., 35, 1985: 1069–1075.
- WITTLINGEROVÁ, Z. – KŘÍŽ, L. – PREININGEROVÁ, E.: Prognóza znečištění složek životního prostředí vlivem antropogenní činnosti. Rostl. Výr., 40, 1994 (4): 389–399.
- ABDA: Pharmazeutische Stoffliste, 7. erweiterte Auflage. Arzneibüro der Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände. Frankfurt a/M, Werbe- und Vertriebsgesellschaft. Dtsch. Apoth. mbH 1988.
1. Amtliche Ausgabe des Homöopathischen Arzneibuches. 4. Nachtrag. Stuttgart, Dtsch. Apoth. Verlag; Frankfurt a/M, Govi Verlag 1985. 177 s.

Došlo 21. 5. 1998

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: 038/777 24 10, fax: 038/403 01

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

16. KONFERENCE ICC: OBILNÁŘSKÁ VĚDA – JEJÍ PŘÍSPĚVEK KE ZDRAVÍ A PROSPERITĚ

16th CONFERENCE ICC: CEREAL SCIENCE – ITS CONTRIBUTION TO HEALTH AND WELL-BEING

Ve Vídni se ve dnech 9. až 12. května 1998 konala 16. konference ICC (International Association for Cereal Science and Technology). Před zahájením konference proběhla dvě půldenní sympozia:

1. Výzvy v oblasti speciálních plodin (Challenges in speciality crops)

Úvodní setkání bylo zaměřeno na produkci okrajových obilnin, resp. pseudocereálií, jako je tritikale, pohanka, proso, žirok, amarant a quinoa. V příspěvcích převládala témata vztahující se ke kvalitě jednotlivých pseudocereálií a k možnostem jejich technologického zpracování a úpravy, včetně jednoduchých procesů použitelných v rozvojových zemích a využití pro běžné i speciální léčebné diety. V rámci konference se konala ustavující schůzka sekce 44, která projednala koordinaci výzkumu pohanky a pšenice špaldy.

2. Obrazová analýza: použití v obilnářské vědě (Image analysis: application in grain science)

Byly popsány metody a technické prostředky využívající optických (X, IR, GRL), resp. mikroskopických analýz povrchových struktur, vzhledu, barvy či tvaru k diagnostice odrůdových zvláštností, k určení některých parametrů kvality, poškození a jiných vlastností zrna a upravených obilních produktů.

Vlastní konference byla rozčleněna do tří základních okruhů:

1. Genetické inženýrství u obilnin (Genetic engineering in cereals)

Většina příspěvků byla věnována problematice transgenických rostlin (pšenice, rýže, oves) a ovlivnění kvality (složení škrobu, bílkovin) či dalších vlastností obilnin. Některé příspěvky se týkaly budoucnosti biotechnologií, perspektivy evropského genového inženýrství, porovnání bezpečnosti a vztahů mezi genetickým základem a prostředím.

2. Potraviny na základě obilnin (Cereal based functional foods)

V této sekci byl prezentován status koncepce a regulace produkce funkčních potravin obilního původu. Jednalo se o využití obilnin v lidské výživě, resp. o úlohu dietetických potravin při metabolických poruchách (fenylketonurie, celiakie aj.). Ze složek obilného zrna byla největší pozornost věnována dietetické vláknině a škrobu (složení, struktura, vztahy mezi komponenty, změny během zpracování a jejich ovlivnění). V pestré škále příspěvků převládalo využití ovsa (celiakální diety – beta-glukany, frakcionace), sóji (produkce tofu, sójového mléka a dalších funkčních potravin), pšenice špaldy, kukuřice, rýže a žito.

3. Obilné zrno: nezávadnost potravin (Cereal grains: food safety)

Zástupci jednotlivých zemí, resp. světadílů se zabývali etickými, zdravotními a technickými aspekty kvality cereálních produktů. Příspěvky byly zaměřeny na nutriční hodnotu cereální produkce, nejvíce na kvalitu potravinářské pšenice, ale též na obsah proteinů v zrně nahého a pluchatého ječmene, na studium amylózy a glukanu v zrně ječmene, obsah aminokyselin v různých druzích pšenice, škrob v zrně pšenice, ovsa a ječmene, na antioxidanty v pšenici, další pak na enzymatické procesy při přípravě cereálních potravin, problematiku hydrotermické úpravy, mikrovlnného ošetření obilovin, na toxické látky v zrně, ale i na nepotravinářské využití obilného zrna, produkci potravin pro děti apod. V rámci konference, např. na posterech byly předvedeny nové či inovované metody určování kvality cereálních produktů (NIR spektroskopie, mikro-visco amylografie, farinografie, reologie aj.).

Sborník abstraktů je k dispozici u autora příspěvku.

Doc. Ing. Jan Moudrý, CSc.,
Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika

AMINOKYSELINOVÉ SLOŽENÍ ZRNA JARNÍHO TRITIKALE

AMINO ACID COMPOSITION OF SPRING TRITICALE GRAIN

J. Kučerová, S. Kráčmar, M. Pelikán

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Amino acid contents were studied in two new breeds of spring triticale SGU-164 and SGU-181 from 1995 to 1997 crop in comparison with spring wheat variety Saxana and winter rye variety Daňkovské nové. Grain samples were taken from an agrotechnical field trial conducted at Nové Město in Moravia, in a potato production region. Tab. II shows average values of the amino acids in triticale and in control wheat and rye; they are expressed as percentages of total proteins. The comparison included sums of essential amino acids (EAK), conditionally essential (PEAK), nonessential (NEAK) and total amino acids (AK). Both new breeds of triticale had significantly higher contents of valine, isoleucine, lysine and arginine against wheat, of leucine against rye, while methionine and histidine contents were at the level of wheat and rye. Total content of essential amino acids in both triticales was balanced (33.97%, 34.25%), and significantly higher than in wheat (32.24%), it was higher than in rye (33.07%) in the new breed SGU-181 only. On the other hand, contents of nonessential amino acids in triticale were highly significantly lower (48.96%, 49.83%) than in control wheat (58.99%) and rye (55.29%) as a result of high contents of proline and glutamic acid in these cereals. Amino acid contents were influenced by weather conditions at the time of grain ripening in the experimental years. They were significantly lower in both new breeds of triticale in 1997 (Figs 1 and 2). But the effect of the year on triticale genotype was not determined. The sum of essential amino acids in triticale was significantly higher than in control wheat in the three years of observation. The effect of applications of differentiated N-fertilizing rates (30, 60, 90 kg N/ha) on amino acid contents in triticale was not large. The contents of essential and total amino acids were significantly higher only in the new breed SGU-164 after application of the lowest rate (30 kg N/ha) in comparison with the rates of 60 and 90 kg N/ha. The sum of essential amino acids in both new breeds of triticale was higher for all N-fertilizing rates than in control wheat and rye (insignificantly only in 1997).

spring triticale; grain; proteins; amino acids; essential amino acids; year; N-fertilizing

ABSTRAKT: Byl sledován obsah aminokyselin u dvou nšl. jarního tritikale SGU-164 a SGU-181 ze sklizně 1995 až 1997 ve srovnání s jarní pšenicí a ozimým žitem. Vedle jednotlivých aminokyselin byl porovnáván hlavně úhrn aminokyselin esenciálních, podmíněně esenciálních, neesenciálních a celkových. Obsah esenciálních aminokyselin u tritikale byl významně vyšší oproti pšenici, oproti žitu jen u nšl. SGU-181. Úroveň všech esenciálních aminokyselin byla u obou nšl. vyrovnaná. Průběh povětrnosti při zrání zrna v jednotlivých letech ovlivnil celkové množství aminokyselin, avšak vliv genotypu tritikale se neprojevil. Stupňované N-hnojení snižovalo obsah aminokyselin převážně jen nevýznamně. Obě nšl. tritikale obsahovaly vždy vyšší podíl esenciálních aminokyselin oproti pšenici a převážně i oproti žitu.

jarní tritikale; zrno; N-látky; aminokyseliny; esenciální aminokyseliny; ročník; N-hnojení

ÚVOD

Obilniny představují důležitý zdroj energie a bílkovin ve výživě obyvatelstva. Co se týká krytí potřeby bílkovin v potravě, jsou v ČR obilniny na druhém místě (30 %) hned za masem (35 %, Přihoda, 1997), ovšem jejich bílkoviny vzhledem k nízkému obsahu některých aminokyselin jsou považovány za neplnohodnotné. V obilninách jsou limitující lyzin a aminokyseliny obsahující síru, tj. metionin a cystin a rovněž treonin a tryptofan.

Tritikale je považováno za obilninu s velmi hodnotnými bílkovinami (Stankiewicz et al., 1991). Jed-

nou z důležitých vlastností tritikale je schopnost vytvářet za stejných, zejména extrémních podmínek větší množství bílkovin než pšenice, jak uvádí řada autorů (Mogileva, 1979; Khan, Rashid, 1987). Proto význam tritikale jako zdroje bílkovin a důležitých aminokyselin je nesporný (Erkinbajeva et al., 1984).

Odrůdy tritikale s nižším obsahem N-látek oproti žitu obsahovaly za stejných podmínek vyšší podíl esenciálních aminokyselin a totéž bylo zjištěno u jarních odrůd Jago, Maja a MAH 585 oproti jarní pšenici (Klimek, 1994).

Byl sledován obsah aminokyselin v zrnu tritikale v porovnání s pšenicí a žitem a aminokyselinové slože-

	Rok ³	Měsíce ⁴												Σ mm $\bar{x}$ °C
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Srážky ¹ (mm)	1995	82	52	64	69	75	120	71	81	121	7	97	31	870
	1996	14	35	23	45	105	86	77	105	76	35	39	24	664
	1997	20	49	52	42	66	84	258	36	36	48	28	22	741
	$\bar{x}$	53	47	44	47	82	83	76	75	54	44	54	62	721
Teploty ² (°C)	1995	-3,1	2,3	1,0	7,2	10,8	13,9	18,2	16,3	11,2	9,1	-0,7	-3,3	6,9
	1996	-5,1	-6,3	-1,9	6,2	12,3	14,9	14,5	15,6	9,1	7,9	4,1	-6,3	5,4
	1997	-5,5	-0,1	1,9	3,8	11,8	16,1	16,0	18,1	12,7	5,1	3,6	1,9	7,4
	$\bar{x}$	-4,1	-2,9	1,0	5,6	11,9	14,1	15,9	15,0	11,6	6,4	1,1	-2,3	6,1

¹precipitation, ²temperatures, ³year, ⁴months

ní dvou nšl. jarního tritikale při rozdílných dávkách N-hnojení. Získané výsledky jsou významné pro stanovení biologické hodnoty zrna tritikale.

MATERIÁL A METODA

Pro sledování aminokyselinového složení byly použity vzorky polního pokusu ze sklizně 1995, 1996 a 1997. Agrotechnický polní pokus byl založen v lokalitě Nové Město na Moravě s nšl. jarního tritikale (SGU-164 a SGU-181).

Pokusný pozemek se nachází v bramborářské výrobní oblasti s písčitohlinitou až hlinitopísčitou půdou. Nadmořská výška stanoviště je 600 m, průměrná suma srážek 721 mm a průměrná roční teplota 6,1 °C. Na stanovišti je zásobenost ornice fosforem střední, draslíkem dobrá, pH půdy 5, půda je slabě humózní, s vysokým podílem organických zbytků. Povětrnostní podmínky pokusných let uvádí tab. I.

Pro porovnání aminokyselinového složení byla použita jarní pšenice (Saxana) a ozimé žito (Daňkovské nové). Jako varianty byla zvoleny tři úrovně N-hnojení (30, 60 a 90 kg/ha).

Obsah N byl stanoven podle Kjeldahla užitím aparatury KJELTEC AUTO 1030 Analyzer (fy Tecator). Hrubý protein byl vypočten jako množství N násobené faktorem 5,7. Vzorky pro stanovení aminokyselin byly upraveny kyselou a oxidativně kyselou hydrolyzou (Davídek et al., 1977). Chromatografická analýza hydrolyzátů vzorků byla provedena na AAA T 339 (fy Mikrotechna Praha) pomocí sodnocičratových pufrů a ninhydrinovou detekcí. Metioninsulfon byl převeden na metionin vynásobením faktorem 0,832, cysteová kyselina na cystin faktorem 0,71. Zjištěné hodnoty byly zpracovány vícefaktorovou analýzou rozptylu variance ANOVA (Snedecor, Cochran, 1967).

Detekované aminokyseliny byly podle publikované metodiky (D'Mello et al., 1994) rozděleny do tří skupin, na esenciální, neesenciální a podmíněně esenciální (semiesenciální). Aminokyseliny jsou vyjádřeny jako procentuální podíl z veškerých N-látek v sušině.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty jednotlivých aminokyselin (s vyjádřením střední chyby průměru) u sledovaných nšl. jarního tritikale (SGU-164 a SGU-181) jsou v porovnání s jarní pšenicí (odrůda Saxana) a ozimým žitem (odrůda Daňkovské nové) uvedeny v tab. II, v níž jsou vyznačeny i hladiny významnosti hodnocených obilnin u jednotlivých aminokyselin na základě analýzy rozptylu.

U esenciálních aminokyselin (jako nejvýznamnější skupiny) byl u obou nšl. tritikale zjištěn významně vyšší obsah valinu, izoleucinu, lyzinu a argininu oproti kontrolní pšenicí a leucinu oproti žitu. Metionin a histidin byly na úrovni pšenice a žita. Úroveň fenylalaninu byla významně vyšší u pšenice oproti tritikale i žitu, obsah treoninu u žita byl významně vyšší oproti tritikale. Úroveň všech esenciálních aminokyselin u obou nšl. jarního tritikale byla téměř vyrovnaná, u nšl. SGU-181 byl významně vyšší obsah treoninu a metioninu a u nšl. SGU-164 byl nevýznamně vyšší obsah lyzinu, leucinu a fenylalaninu.

Celkový obsah esenciálních aminokyselin byl u tritikale (33,97 % u SGU-164 a 34,25 % u SGU-181) výsoce významně vyšší oproti pšenicí (32,24 %) a významně vyšší oproti žitu (33,07 %). Naše výsledky tak potvrzují zjištění (Mosse et al., 1988), že tritikale je na obsah esenciálních aminokyselin bohatší než oba jeho rodiče (pšenice a žito), resp. dosahuje jejich úrovně. Obdobně jsou v souladu s literaturou (Klimek, 1994) výsledky, podle nichž byl podíl esenciálních aminokyselin u tritikale vyšší oproti kontrolním pšenicím, takže lze tritikale řadit k obilninám s nejnižší bílkovinou (Stankiewicz et al., 1991).

Obsah podmíněně esenciálních aminokyselin byl u obou tritikale a pšenice poměrně vyrovnaný (5,82 % až 5,99 %) a významně vyšší oproti žitu (5,11 %), což ovlivnil významně nižší obsah tyrozinu i cystinu v žitě oproti oběma nšl. tritikale. U pšenice byl obsah cystinu významně vyšší (3,14 %), obsah tyrozinu naopak významně nižší (2,74 %) oproti oběma nšl. tritikale. V úhrnu těchto dvou aminokyselin se příznivěji projevovalo nšl. SGU-164 (5,99 %) oproti SGU-181 (5,82 %).

II. Průměrný obsah aminokyselin a N-látek u tritikale a kontrolní pšenice a žita (%) v letech 1995 až 1997 (průměr ± střední chyba průměru) – Average contents of amino acids and proteins in triticale and control wheat and rye (%) in 1995 to 1997 (mean ± standard error of the mean)

AK	Tritikale ¹		Jarní pšenice ² (Saxana)	Žito ³ (Daňkovské nové)
	SGU-164	SGU-181		
Thr	2,59 ± 0,043A	2,71 ± 0,017B	2,80 ± 0,042BCa	2,94 ± 0,045Cb
Val	5,09 ± 0,072A	5,09 ± 0,226A	4,28 ± 0,027B	4,89 ± 0,087A
Ile	3,62 ± 0,032A	3,68 ± 0,021ACa	3,13 ± 0,050B	4,12 ± 0,347Cb
Leu	6,69 ± 0,094Aac	6,49 ± 0,053Ab	6,76 ± 0,183Ac	4,75 ± 0,027B
Phe	4,23 ± 0,064A	4,15 ± 0,020A	4,52 ± 0,075B	4,21 ± 0,073A
His	2,14 ± 0,023a	2,22 ± 0,015b	2,21 ± 0,033ab	2,23 ± 0,054b
Lys	3,36 ± 0,033A	3,26 ± 0,050A	2,60 ± 0,029B	3,46 ± 0,069AC
Arg	4,66 ± 0,029A	4,94 ± 0,206A	4,18 ± 0,027B	4,86 ± 0,059A
Met	1,60 ± 0,061A	1,74 ± 0,008Ba	1,74 ± 0,027Ba	1,60 ± 0,014ABb
Σ EAK	33,97 ± 0,329B	34,25 ± 0,376Bb	32,24 ± 0,199A	33,07 ± 0,601ABa
Tyr	3,12 ± 0,070A	3,09 ± 0,035A	2,74 ± 0,030Bb	2,55 ± 0,029Ba
Cys	2,87 ± 0,092A	2,83 ± 0,025A	3,14 ± 0,018B	2,59 ± 0,057C
Σ PEAK	5,99 ± 0,157A	5,82 ± 0,063A	5,88 ± 0,017A	5,11 ± 0,051B
Asp	5,68 ± 0,125A	5,82 ± 0,025A	5,31 ± 0,032B	5,87 ± 0,083A
Ser	2,56 ± 0,025Aa	3,11 ± 0,010B	2,33 ± 0,044Ca	2,44 ± 0,051ACb
Glu	23,95 ± 0,289A	24,39 ± 0,108A	31,09 ± 0,251B	26,38 ± 0,237C
Pro	9,39 ± 0,196A	10,73 ± 0,059B	12,29 ± 0,055C	13,01 ± 0,077B
Gly	3,68 ± 0,161a	4,08 ± 0,021ab	4,37 ± 0,015b	4,13 ± 0,093ab
Ala	3,70 ± 0,086A	3,55 ± 0,062AB	3,59 ± 0,025AB	3,44 ± 0,027B
Σ NEAK	48,96 ± 0,446A	49,83 ± 0,682A	58,99 ± 0,234B	55,29 ± 0,411C
Σ AK	88,92 ± 0,849A	89,56 ± 0,948A	97,11 ± 0,244B	93,48 ± 0,969C
N-látky v sušině ⁴	13,20	12,68	14,75	13,16

a, b, c = $P \leq 0,05$

A, B, C = $P \leq 0,01$

AK = aminokyseliny – amino acids

Σ EAK = suma esenciálních aminokyselin – sum of essential amino acids

Σ PEAK = suma podmíněně esenciálních aminokyselin – sum of conditionally essential amino acids

Σ NEAK = suma neesenciálních aminokyselin – sum of nonessential amino acids

Σ AK = suma celkových aminokyselin – sum of total amino acids

¹tritikale, ²spring wheat, ³rye, ⁴proteins in dry matter

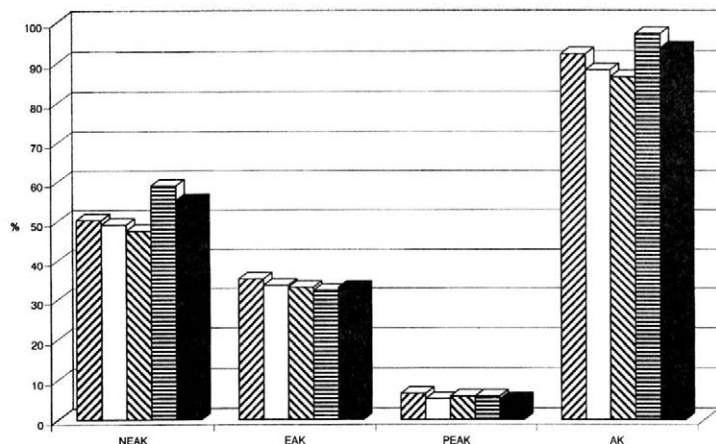
Největší podíl (zhruba polovinu celkového obsahu) zaujímaly neesenciální aminokyseliny. Obě nšl. tritikale obsahovaly oproti žitu a zejména pšenici vysoce významně nižší obsah prolinu a kyseliny glutamové, u nšl. SGU-181 se projevil významně vyšší obsah serinu a asparaginu oproti pšenici, nižší byl obsah glycinu u nšl. SGU-164, zatímco obsah alaninu byl u sledovaných vzorků zhruba na stejné úrovni, vyjma nšl. SGU-164, jehož hodnota 3,70 % byla významně vyšší oproti žitu (3,44 %).

V úhrnu byla potvrzena obecně známá vysoká hladina neesenciálních aminokyselin u pšenice (58,99 %) i žita (55,29 %) oproti významně nižší úrovni u obou nšl. tritikale (48,96 % a 49,83 %). Určité rozdíly v obsahu neesenciálních aminokyselin mezi jednotlivými nšl. jarního tritikale se celkově téměř vyrovnaly.

Vliv ročníku (1995, 1996 a 1997) na aminokyselinové složení nšl. tritikale SGU-164 (obr. 1) a SGU-181 (obr. 2) v porovnání s průměrnými hodnotami pšenice

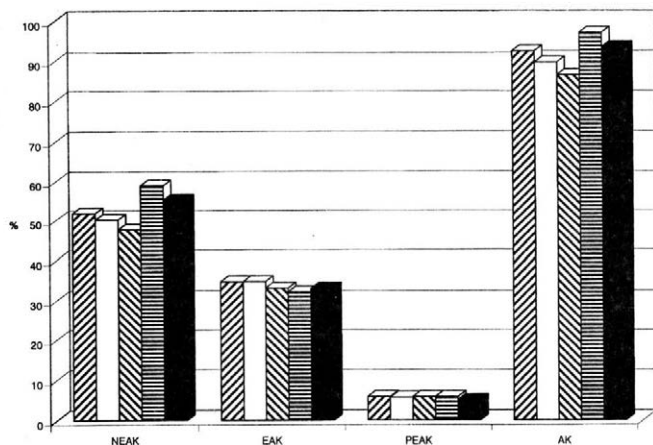
a žita při stejné úrovni N-hnojení je vyjádřen graficky. Pro přehlednost byly porovnány skupiny aminokyselin. Byl prokázán rozdíl mezi sledovanými roky, přičemž významný rozdíl u většiny skupin aminokyselin, a to i u esenciálních, byl mezi roky 1995 a 1997. Významně nejnižší podíl aminokyselin u obou nšl. tritikale téměř u všech skupin byl zaznamenán v roce 1997. Úhrn esenciálních aminokyselin u obou nšl. tritikale byl ve všech třech letech významně vyšší oproti kontrolní pšenici, oproti žitu jen v roce 1995 a u SGU-181 i v roce 1996.

Výsledky pokusu z let 1995 až 1997 se nejlépe odrazí v rozdílném množství neesenciálních a celkových aminokyselin u obou nšl. tritikale, jež lze do značné míry vysvětlit různým průběhem povětrnosti v době dozrávání zrna, který ovlivnil biochemické pochody v zrně (tab. I). Chladný a vlhký rok 1996 způsobil, že zrna i při pozdní sklizni (až počátkem října) bylo nevyzrálé a syntetické pochody v něm nebyly dokonče-



1. Vliv ročníku na aminokyselinové složení nšl. SGU-164 při stejné úrovni N-hnojení (60 kg/ha) – The effect of the year on amino acid composition in new breed SGU-164 at the same N-rate (60 kg/ha)

1995
1996
1997
Saxana
Daňkovské nové



2. Vliv ročníku na aminokyselinové složení nšl. SGU-181 při stejné úrovni N-hnojení (60 kg/ha) – The effect of the year on amino acid composition in new breed SGU-181 at the same N-rate (60 kg/ha)

1995
1996
1997
Saxana
Daňkovské nové

ny, obdobně v roce 1997 vysoké srážky v červenci a vysoké teploty v srpnu předčasně ukončily zrání zrna, což podmínilo i nižší celkový obsah aminokyselin (průměr 88,9 % a 86,5 %).

Z grafů i ze statistického hodnocení je zřejmé, že ročník na rozdíl od genotypu měl na celkový obsah aminokyselin vliv, což je v souladu se závěry z literatury (Mosse et al., 1988). Nepřímý vztah mezi úrovní N-látke v zrně a obsahem aminokyselin nebyl prokázán.

V tab. III je porovnán vliv úrovně N-hnojení (30, 60 a 90 kg/ha) na zastoupení aminokyselin v zrně tritikale ze sklizně 1997. Pro přehlednost byly opět srovnány skupiny aminokyselin samostatně pro každé nšl. tritikale s hodnotami u pšenice a žita.

V obsahu aminokyselin nebyl u obou nšl. tritikale zjištěn výrazný rozdíl mezi dávkami N-hnojení, pouze sumární obsah esenciálních a veškerých aminokyselin byl u nejnižší dávky (30 kg N/ha) významně vyšší

oproti dávkám 60 a 90 kg N/ha, a to jen u nšl. SGU-164, zatímco u nšl. SGU-181 byly rozdíly nevýznamné. Při srovnání s kontrolními obilninami, u nichž byla aplikována dávka 60 kg N/ha, byl významně vyšší obsah neesenciálních a celkových aminokyselin u pšenice a neesenciálních u žita oproti oběma nšl. tritikale. Obsah esenciálních aminokyselin byl naopak u pšenice významně nižší oproti nejnižší N-dávce u nšl. SGU-164, avšak u vyšších dávek i u nšl. SGU-181 byly rozdíly nevýznamné. Nelze proto jednoznačně tvrdit, že zvyšováním úrovně N-hnojení relativní obsah esenciálních aminokyselin klesá, jak uvádějí Wrobel, Budzynski (1994). Avšak obsah esenciálních aminokyselin u obou nšl. i u všech variant N-hnojení byl vyšší než u kontrolní pšenice a žita.

Co se týká vztahu obsahu N-látke a aminokyselin, neprokázaly naše výsledky lineární závislost. V porovnání obsahu N-látke u pšenice (průměr 14,75 %) a žita (průměr 13,16 %), který byl vyšší než u obou nšl. tri-

III. Vliv N-hnojení na podíl aminokyselin v zrně jarního tritikale SGU-164 a SGU-181 a kontrolní pšenice a žito – The effect of N-fertilizing on amino acid percentages in grain of spring triticale SGU-164 and SGU-181 and control wheat and rye

Rok ¹	1997			Průměr ⁵ 1995–1997	
Odrůda ²	SGU-164			pšenice ⁶	žito ⁷
N-hnojení ³ (kg/ha)	30	60	90	60	60
N-látky v sušině ⁴ (%)	12,78	13,66	15,73	14,75	13,16
NEAK	50,15 ± 0,379A	48,96 ± 0,446A	49,50 ± 0,255D 0,175A	58,99 ± 0,234C	55,28 ± 0,411B
EAK	36,02 ± 0,097C	33,97 ± 0,339B	33,58 ± 0,045BC	32,2 ± 0,199A	33,07 ± 0,601ABC
PEAK	6,18 ± 0,029b	5,99 ± 0,157b	5,64 ± 0,144a	5,88 ± 0,017B	5,11 ± 0,51A
AK	92,34 ± 0,478Bb	88,92 ± 0,849A	88,72 ± 0,319ABa	97,09 ± 0,244C	93,48 ± 0,969B
Odrůda	SGU-181			pšenice	žito
N-látky v sušině (%)	12,05	12,32	14,78	14,75	13,16
NEAK	52,06 ± 0,109Ab	51,68 ± 0,096Ab	50,37 ± 0,994Aa	58,98 ± 0,234C	55,28 ± 0,441B
EAK	33,83 ± 0,091abc	34,24 ± 0,376Bb	33,18 ± 0,026	32,23 ± 0,199Aa	33,06 ± 0,601a
PEAK	6,18 ± 0,097	5,92 ± 0,030	5,89 ± 0,008	5,88 ± 0,017B	5,11 ± 0,051A
AK	92,07 ± 0,152A	91,84 ± 0,383A	89,44 ± 0,981AD	97,09 ± 0,244BC	93,45 ± 0,969AB

a, b, c = $P \leq 0,05$

A, B, C = $P \leq 0,01$

¹ year, ² variety, ³ N-fertilizing, ⁴ proteins in dry matter, ⁵ average, ⁶ wheat, ⁷ rye

tikale (13,20 % u SGU-164, 12,68 % u SGU-181), byl u tritikale zaznamenán vždy vyšší obsah esenciálních aminokyselin, jak rovněž uvádějí např. Pospelowa, Zoschke (1994).

Tato práce je součástí řešeného grantu GA ČR 509/95/1285.

LITERATURA

- DAVÍDEK, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Praha, SNTL 1977. 718 s.
- D'MELLO, J. P. F. – BUTTERY, P. J. – WILLIAMS, A. P. – COLE, D. J. A. – LUMEN, T. A. VAN – BATTERHAM, E. S. – MOUGHEN, P. J.: Amino acids in farm animals nutrition. Edinburgh, Scott. Agric. Col. 1994. 418 s.
- ERKINBAJEVA, R. K. – SYZDYKOVA, R. S. – AUERMAN, L. Y.: Aminokyseliny v chlebu iz muky tritikale. Chlebopek. Kondit. Prom., 1984 (4): 30–31.
- KHAN, A. M. – RASHID, J.: Nutritional quality and technological value of triticale. Asean Fd. J., 3, 1987 (1): 17–20.
- KLIMEK, S.: Stand der Triticale-Forschung in Polen. Giesen, Zentr. Agrar u. Wirtsch.-Forsch. Justus-Liebig Univ. 1994. 139 s.

MOGILEVA, V. I.: K otázce obsahu veškerých dusíkatých látek v zrně tritikale. Rostl. Vyr., 25, 1979 (6): 579–589.

MOSSE, J. – HUET, J. C. – BAUDET, J.: The amino acid composition of triticale grain as a function of nitrogen content: comparison with wheat and rye. J. Cer. Sci., 7, 1988 (1): 49–60.

POSPELOWA, G. – ZOSCHKE, M.: Stand der Triticale-Forschung in der Sowjetunion (GUS). Giessen, Zentr. Agrar u. Wirtsch.-Forsch. Justus-Liebig Univ. 1994. 238 s.

PŘÍHODA, J.: Obiloviny jako potravina. Nov. Dom., 1997 (6–7): 37–44.

SNEDECOR, G. W. – COCHRAN, W. G.: Statistical methods. 6th ed. Iowa State Univ. Press 1967. 579 s.

STANKIEWICZ, C. – TEODOROWICZ, M. – STEC, E.: Skład chemiczny i ocena wartości odżywczej ziarna pszenicy odmian: Lasko Largo i Malno w porównaniu z pszenicą Liwilla i żytem Donar. Hodow. Rosl. Nasien., 1991 (2): 9–18.

WROBEL, E. – BUDZYNSKI, W.: Plonowanie i jakość białka ziarna pszenicy jarego nawozonego zroznacowanymi dawkami azotu. Zesz. Nauk. Akad. Roln. Szczecin, Ser. Roln., 58, 1994: 287–292.

Došlo 1. 4. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Jindřiška Kučerová, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 31 94, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: kucerova@mendelu.cz

RECENZE

REGULÁTORY ROSTLINNÉHO RŮSTU

S. Procházka, J. Šebánek a kolektiv

Praha, Academia 1997, 395 s.

Editorom sa spolu s kolektívom 15 autorov podarilo dôkladne spracovať problematiku rastových regulátorov rastlín tak, aby oslovila širokú paletu čitateľov. Publikácia je zaujímavá a nesmierne užitočná aj pre rastlinných fyziológov, ktorí sa nešpecializujú na výskum fytohormónov.

Po základných údajoch o rastlinných hormónoch, o mieste a podstate ich účinku v rastline až na úrovni génov, nasledujú kapitoly venované piati skupinám regulátorov: auxínom, gibberelínom, cytokinínom, kyseliny abscisovej a etylénu. Každé skupine venovali príslušní autori pozornosť z hľadiska chemickej podstaty, biosyntézy a jej lokalizácie, transportu v rastline, mechanizmu a miesta ich účinku, úlohy v rastlinách a možnosti využitia v praxi. Podobným spôsobom sú opísané ostatné rastové regulátory, syntetické rastové inhibitory a herbicidy na báze rastových regulátorov.

Rastlinní fyziológovia, pracujúci v základnom aj aplikovanom výskume, tiež ocenia súbornú informáciu o metódach na stanovenie rastlinných hormónov. Kniha nie je metodickou príručkou ani neobsahuje pracovné návody, avšak oboznámenie sa s princípmi, na ktorých sú metódy založené a na ktorých moderné analytické zariadenia fungujú, je prvým predpokladom pre ich perspektívne využitie vo vlastnej práci. Úloha, mechanizmy pôsobenia a možnosti využitia regulátorov rastu pri práci s rastlinnými explantátmi, ako aj dôležité pripomienky k princípom používaných metód v tejto oblasti sú spracované v samostatnej kapitole. Časť o génom inžinierstve informuje o súčasnom stave výskumu genetických základov syntézy a účinku rastlinných hormónov.

Ťažiskom publikácie je 12 kapitol o vzťahoch rastových regulátorov k jednotlivým konkrétnym procesom a fyziologickým zákonitostiam v rastlinách, ako sú

transport vo floéme, zakoreňovanie odrezkov, korelačné funkcie orgánov, apikálna dominancia, pohyby rastlín, tvorba hľúz, kvetov, semien a plodov, klíčenie semien, dormancia, opad orgánov a starnutie, resp. rezistencia voči patogénom a niektorým nepriaznivým abiotickým stresovým faktorom prostredia. Potvrďuje sa tu mnohostrannosť pôsobenia fytohormónov a ostatných regulátorov rastu. Kniha predstavuje cenný zdroj informácií o súčasnom poznaní mnohých fyziologických procesov rastlín.

Publikáciu uzatvára kapitola o využití poznatkov o regulátoroch rastu v poľnohospodárskej praxi, venovaná osobitne obilninám, okopaninám, olejninám, technickým plodinám, krmovinám, zelenine, ovocným plodinám a okrasným rastlinám. Vysvetľuje účinky a podmienky aplikácie komerčných prípravkov, popisuje ich použitie a účinkov na jednotlivé skupiny hospodársky zaujímavých rastlín.

Editori sústredili vynikajúcich odborníkov na spracovanie súčasných poznatkov o regulátoroch rastu v rastlinách, ktorí dodržali jednotnosť v štruktúre kapitol, s uvedením čitateľov do problematiky pomocou úvodných historických dát a základných definícií, po ktorých nasledujú ďalšie detaily poznania danej oblasti. Docielili aj dobrú zrozumiteľnosť a príťažlivosť textu pre čitateľov s rôznou úrovňou vzdelania a s odlišným zameraním. Zvlášť užitočné a hodnotné sú závery v každej kapitole, rekapitulujúce zásadné dáta a zákonitosti opisovaných javov, ako aj úvahy o možnom využití poznatkov v rastlinnej výrobe.

Túto hodnotnú knihu možno odporučiť do pozornosti čitateľom od pre- a postgraduálnych študentov a pedagógov až po pracovníkov základného a aplikovaného výskumu, vrátane odborníkov v šľachtiteľskej a pestovateľskej praxi.

Dr. Milada Čiamporová, CSc.

Botanický ústav SAV, Dúbravská cesta 14, 842 23 Bratislava, Slovenská republika

BILANCE MAKROPRVKŮ V ZEMĚDĚLSKY INTENZIVNĚ VYUŽÍVANÉM POVODÍ ŘEKY RUSAVY

BALANCE OF MACROELEMENTS IN THE RUSAVA RIVER WATERSHED INTENSIVELY USED BY AGRICULTURE

E. Pokorný¹, A. Prax¹, O. Denešová²

¹Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

²Agrochemical Enterprise Co., Ltd., Kroměříž, Czech Republic

ABSTRACT: In 1989 to 1994, at the Holešov Hydrometeorological Station precipitation waters were monthly sampled and analysed for the content of macroelements (N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca, and Mg) and their deposition was quantified on the area of the Rusava river watershed (42-12-02-122: 138) flowing through the territory of the Kroměříž district intensively used by agriculture. Annual deposition of macroelements in the Rusava watershed exhibited the following values in the period under study: N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca, and Mg amounted to 5, 20, 5, 4, 16, and 3 kg/ha, resp. In the same period, water samples were taken (in total 58 times) and analysed for the content of the macroelements in four tributaries to the Rusava river (the Roštěnka, Zhrta, Slavkovský potok, and Rymice streams). Washing away of the macroelements was determined by a balance method. The following values per year were found in the particular watersheds: N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca, and Mg amounted to 3.05 to 13.31, 2.17 to 2.97, 1.24 to 3.12, 9.18 to 22.97, 99.22 to 330.30, and 19.35 to 57.92 kg/ha, resp. Annual balance in the Rusava river watershed for N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca, and Mg amounted to -4, +17, +3, -10, -180, and -40 kg/ha, resp. With respect to the character of the area in calculating the balance it is not possible to take into account the removal of nutrients by agricultural production. It is probable that negative balance values are higher than those given by our calculations.

seasonal dynamics; concentration trends; whole-area washing away; nutrient balance

ABSTRAKT: V letech 1989 až 1994 byly na stanici HMÚ Holešov měsíčně odebírány a analyzovány srážkové vody na obsah makroprvků (N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg) a kvantifikován jejich spád na plochu povodí řeky Rusavy (42-12-02-122: 138), protékající zemědělsky intenzivně využívaným územím okresu Kroměříž. Roční spád makroprvků v povodí Rusavy za sledované období v N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg činil 5, 20, 5, 4, 16 a 3 kg/ha. Ve stejném období byly na čtyřech přítocích (Roštěnka, Zhrta, Slavkovský potok a Rymice) odebírány vzorky vod (celkem 58 odběrů) a analyzovány na obsah uvedených makroprvků. Bilanční metodou byl stanoven roční odnos sledovaných makroprvků N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg v rozmezí 3,05 až 13,31, 2,17 až 2,97, 1,24 až 3,12, 9,18 až 22,97, 99,22 až 330,30 a 19,35 až 57,92 kg/ha. Roční bilance za sledované období v povodí Rusavy v průměrném vyjádření (zaokrouhleno) u N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg činí -4, +17, +3, -10, -180 a -40 kg/ha. Vzhledem k charakteru území nelze do bilance započítat odvod živin zemědělskou výrobou. Je pravděpodobné, že záporné bilanční hodnoty jsou vyšší než naše hodnoty.

sezonní dynamika; trendy koncentrace; plošný odnos; bilance živin

ÚVOD

Ekosystémy získávají a ztrácejí živiny mnoha různými způsoby. Bilanci živin můžeme určit, známe-li všechny procesy, k nimž dochází na straně příjmů a výdajů (Bégon et al., 1997). Jedním z úkolů současné ekologie je proto hledání podkladů pro výpočet a modelování bilancí energomateriálových toků v ekosystémech. Zvláště komplikovaná je situace v agroekosystémech (Damaška, Kaštil, 1990), kde antropogenní ovlivnění může vést k náhlým, často nepředvídatelným změnám. Při sestavování bilancí se

neobejdeme bez znalostí kvantitativních a kvalitativních ukazatelů povrchových vod a atmosférických depozic, které jsou zároveň významným indikátorem stavu životního prostředí.

O naléhavosti problematiky svědčí množství prací publikovaných v odborném a vědeckém tisku (Šípek, 1982; Sedláková et al., 1995; Havelka, 1996; Hrádek, Kovář, 1996; Starý, Láníček, 1996 aj.). Řešením možnosti snížení plošného znečištění povrchových a podzemních vod zemědělskou činností se v podmínkách vybraných povodí na Slovensku zabýval Lichvár (1995).

Práce týkající se množství atmosférických depozic publikovali např. Lindberg et al. (1986), výsledky bilancí živin v malých povodích pak Linkes et al. (1971).

Cílem předložené práce bylo vyhodnocení šestiletého sledování koncentrace makroprvků ve vodách čtyř přítoků řeky Rusavy v zemědělsky intenzivně využívané oblasti okresu Kroměříž a ze stanovených hodnot spadů těchto makroprvků vypočítat jejich bilanci pro jednotlivá povodí.

MATERIÁL A METODA

Vzorky povrchových vod byly odebírány při ústí vybraných přítoků v povodí řeky Rusavy (okres Kroměříž) v letech 1989 až 1994. Povodí všech sledovaných toků se nacházejí v zemědělsky intenzivně využívané oblasti.

Za pokusné období bylo realizováno (Gergel et al., 1990) 58 vzorkování (1989 12x, 1990 10x, 1991 8x, 1992 9x, 1993 9x, 1994 10x). Vhodnost termínů odběru byla testována regresní analýzou. Ve vzorcích byla stanovena koncentrace (mg/l) nitrátového a amonického dusíku (ISE), fosforu (kolorimetricky), draslíku, vápníku a hořčíku (AAS).

Údaje o průtocích v době odběrů byly odvozeny modelem z měření na měrných místech HMÚ (tab. I až IV) v povodí Rusavy (Kotrnc, Budík, 1994).

Kvalita a množství srážkových vod byly ověřovány na stanici HMÚ Holešov, kde byly slévané vzorky, odebrané jednou za měsíc, analyzovány na obsah makroprvků.

Ke studiu byla vybrána tato povodí:

Roštěnka 4-12-02-127 (hydrologická mapa ČSSR, HMÚ 1965), mapový list 25-312 mapy 1 : 25 000 (ČÚGK 1982), pravostranný přítok Rusavy, plocha odběrového povodí 12,84 km², normál srážek na povodí je 699 mm, v letech sledování (1989 až 1994) byl průměrný roční úhrn srážek 585,3 mm, průměrný roční průtok v odběrovém místě je 0,03 m³/s a průměrný roční odtok z 1 ha 679 m³. Půdně lze povodí charakterizovat středními černozeměmi hnědozemními na spraši. Na 1 km² žije 46 obyvatel.

Rymický potok 4-12-02-128 (hydrologická mapa ČSSR, HMÚ 1965), mapový list 25-312 mapy 1 : 25 000 (ČÚGK 1982), levostranný přítok Roštěnky, plocha odběrového povodí 15,89 km², normál srážek na povodí je 702 mm, v letech sledování (1989 až 1994) byl průměrný roční úhrn srážek 587,8 mm, průměrný roční průtok v odběrovém místě je 0,04 m³/s a průměrný roční odtok z 1 ha 698 m³. Půdně lze povodí charakterizovat středními černozeměmi hnědozemními na spraši. Na 1 km² žije 95 obyvatel.

V povodí Roštěnky a Rymického potoka (nadmořská výška při ústí do Rusavy je 199 m) bylo na orné půdě ve sledovaných letech v průměru ročně na 1 ha hnojeno 53 kg N, 42 kg P₂O₅ a 37 kg K₂O. V osevních postupech je v průměru zastoupeno 60 % obilnin,

I. Normály srážek na povodí Rusavy (mm), průměrný roční průtok (m³/s) a velikost povodí (km²) – Standard precipitation sums in the Rusava watershed (mm), average annual discharge (m³/s) and the area of watersheds (km²)

	Normál srážek ¹ (mm)	Průměrný průtok ² (m ³ /s)	Povodí ³ (km ²)	Odtok srážek ⁴ (%)	Podíl lesů ⁵ (%)
Roštěnka	699,00	0,03	12,84	11,6	18,70
Zhrta	785,00	0,03	3,94	28,6	46,50
Slavkov	808,00	0,05	6,08	32,7	7,14
Rymice	702,00	0,04	15,89	11,9	1,87

¹ standard precipitation sum, ² average discharge, ³ watershed, ⁴ precipitation runoff, ⁵ forest percentage

II. Roční úhrny srážek (mm) na povodí Rusavy (1989 až 1994) – Annual precipitation sums (mm) in the Rusava watershed (1989 to 1994)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{x}$
Roštěnka	536,41	614,61	667,49	533,37	481,60	678,33	585,30
Zhrta	602,40	690,23	749,62	598,99	540,85	761,79	657,30
Slavkov	620,05	710,45	771,58	616,54	556,70	784,11	676,60
Rymice	538,71	617,25	670,36	535,66	483,67	681,25	587,80

III. Průměrný roční odtok (m³/ha) na povodí Rusavy – Average annual runoff (m³/ha) in the Rusava watershed

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{x}$
Roštěnka	622	713	774	618	558	787	679
Zhrta	1 720	1 971	2 140	1 710	1 544	2 175	1 877
Slavkov	2 030	2 326	2 526	2 018	1 822	2 567	2 215
Rymice	640	733	796	636	574	809	698

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{x}$
N-NO ₃	Roštěnka	1,90	3,88	3,59	3,36	2,05	4,87	3,27
	Zhrta	7,43	10,37	10,49	7,32	5,61	10,07	8,55
	Slavkov	15,91	11,61	11,47	13,99	6,62	20,25	13,31
	Rymice	1,89	4,21	2,83	3,82	2,02	3,50	3,05
N-NH ₄	Roštěnka	5,13	3,00	0,99	1,90	0,93	1,09	2,17
	Zhrta	1,12	0,87	3,23	2,50	5,23	2,33	2,55
	Slavkov	0,75	0,33	5,03	5,75	4,67	1,31	2,97
	Rymice	3,14	1,39	2,14	1,79	3,36	3,73	2,59
P	Roštěnka	0,79	1,85	1,07	0,76	0,92	0,88	1,32
	Zhrta	0,46	3,05	1,99	1,73	1,53	0,94	2,54
	Slavkov	0,49	2,07	2,88	2,58	2,22	1,67	3,12
	Rymice	0,75	1,14	0,99	1,19	0,95	0,78	1,24
K	Roštěnka	16,16	11,62	8,44	4,35	14,28	13,35	11,37
	Zhrta	7,69	5,46	9,33	10,60	23,36	16,81	12,21
	Slavkov	8,91	2,42	29,35	22,24	41,01	33,91	22,97
	Rymice	10,09	8,38	6,58	5,25	12,49	12,26	9,18
Ca	Roštěnka	104,13	126,36	129,54	102,66	80,47	140,33	113,92
	Zhrta	208,15	229,22	246,37	214,68	185,05	246,72	221,70
	Slavkov	255,57	233,29	405,18	334,68	281,86	471,24	330,30
	Rymice	92,99	119,77	101,74	89,76	80,89	110,19	99,22
Mg	Roštěnka	24,72	27,74	27,54	19,82	16,95	29,28	24,34
	Zhrta	54,60	55,02	59,82	46,82	40,36	56,07	52,12
	Slavkov	50,79	41,03	73,51	55,35	45,78	81,04	57,92
	Rymice	18,83	21,11	21,74	16,40	16,05	21,96	19,35

14 % cukrovky, 8 % víceletých pícein a 9 % jednole-
tých pícein. Na 1 ha je chováno 0,7 DJ, průměrný vý-
nos je 67,2 OJ na 1 ha. Na 1 kg živin dodaných v prů-
myslových hnojivech je produkováno 0,51 OJ.

Slavkovský potok 4-12-02-125 (hydrologická mapa
ČSSR, HMÚ 1965), mapový list 25-134, 25-312 mapy
1 : 25 000 (ČÚGK 1982), pravostranný přítok Rusavy,
plocha odběrového povodí 6,08 km², normál srážek na
povodí je 808 mm, v letech sledování (1989 až 1994)
byl průměrný roční úhrn srážek 676,6 mm, průměrný
roční průtok v odběrovém místě je 0,05 m³/s a průměr-
ný roční odtok z 1 ha 2215 m³. Půdně lze povodí cha-
rakterizovat středně těžkými kambizeměmi pseudogle-
jovými a kambizeměmi typickými na svahovinách
z flyšových břidlic slabě až silně karbonátových. Na
1 km² žije 142 obyvatel.

Zhrta 4-12-02-124 (hydrologická mapa ČSSR, HMÚ
1965), mapový list 25-312 mapy 1 : 25 000 (ČÚGK
1982), levostranný přítok Rusavy, plocha odběrového
povodí 3,94 km², normál srážek na povodí je 785 mm,
v letech sledování (1989 až 1994) byl průměrný roční
úhrn srážek 657,3 mm, průměrný roční průtok v odbě-
rovém místě je 0,03 m³/s a průměrný roční odtok
z 1 ha 1877 m³. Půdně lze povodí charakterizovat
středně těžkými kambizeměmi pseudoglejovými na
svahovinách z flyšových břidlic slabě až silně karboná-
tových. Na 1 km² žije 81 obyvatel.

V povodí Slavkovského potoka a Zhrty (nadmořská
výška při ústí do Rusavy je 279 m) bylo na orné půdě
ve sledovaných letech v průměru ročně na 1 ha hnojeno
75 kg N, 43 kg P₂O₅ a 18 kg K₂O. V osevních postu-
pech je v průměru zastoupeno 60 % obilnin, 15 % řep-
ky, 14 % víceletých pícein a 7 % jednole-
tých pícein. Na 1 ha je chováno 0,5 DJ, průměrný výnos je 50,3 OJ
na 1 ha. Na 1 kg živin dodaných v průmyslových hno-
jivech je produkováno 0,37 OJ.

VÝSLEDKY A DISKUSE

ODNOS MAKROPRVKŮ Z POVODÍ RUSAVY (tab. IV)

N-NO₃ je na jednotlivých povodích ročně odnášeno
od 3,05 kg/ha (Rymice), kde byl největší odnos namě-
řen v roce 1990 (4,21 kg/ha), nejmenší v roce 1989
(1,89 kg/ha), do 13,31 kg/ha (Slavkovský potok), kde
byl největší odnos naměřen v roce 1994 (20,25 kg/ha),
nejmenší (6,62 kg/ha) v roce 1993. Z povodí Roštěnky
je ročně odnášeno průměrně 3,27 kg/ha, z povodí Zhrty
8,55 kg/ha.

N-NH₄ je na jednotlivých povodích ročně odnášeno
od 2,17 kg/ha (Roštěnka), kde byl největší odnos na-
měřen v roce 1989 (5,13 kg/ha), nejmenší v roce 1993
(0,93 kg/ha), do 2,97 kg/ha (Slavkovský potok), kde

byl největší odnos naměřen v roce 1992 (5,75 kg/ha), nejmenší (0,33 kg/ha) v roce 1990. Z povodí Zhrty je ročně odnášeno průměrně 2,55 kg/ha, z povodí Rymického potoka 2,59 kg/ha. Odnos dusíku lze ve srovnání s literárními údaji (Damaška, Kaštil, 1990) hodnotit jako nízký, neboť citovaní autoři udávají pro okres Ústí nad Orlicí ročně hodnotu 23 kg/ha. Tento rozdíl lze vysvětlit jednak jiným charakterem území, jednak snížením dávek dusíkatých hnojiv v první polovině 90. let.

Fosforu P je na jednotlivých povodích ročně odnášeno od 1,24 kg/ha (Rymice), kde byl největší odnos naměřen v roce 1992 (1,19 kg/ha), nejmenší v roce 1989 (0,75 kg/ha), do 3,12 kg/ha (Slavkovský potok), kde byl největší odnos naměřen v roce 1991 (2,88 kg/ha), nejmenší (0,49 kg/ha) v roce 1989. Z povodí Zhrty je ročně odnášeno průměrně 2,54 kg/ha, z povodí Roštěnky 1,32 kg/ha. Ve srovnání s publikovanými údaji (Damaška, Kaštil, 1990) jsou hodnoty až 3x vyšší.

Draslíku K je na jednotlivých povodích ročně odnášeno od 9,18 kg/ha (Rymice), kde byl největší odnos naměřen v roce 1993 (12,49 kg/ha), nejmenší v roce 1992 (5,25 kg/ha), do 22,97 kg/ha (Slavkovský potok), kde byl největší odnos naměřen v roce 1993 (41,01 kg/ha), nejmenší (2,42 kg/ha) v roce 1990. Z povodí Zhrty je ročně odnášeno průměrně 12,21 kg/ha, z povodí Roštěnky 11,37 kg/ha. Průměrné hodnoty odnosu draslíku jsou v souladu s literaturou (Damaška, Kaštil, 1990), která uvádí pro okres Ústí nad Orlicí ročně 17 kg/ha.

Vápníku Ca je na jednotlivých povodích ročně odnášeno od 99,22 kg/ha (Rymice), kde byl největší odnos naměřen v roce 1990 (119,77 kg/ha), nejmenší v roce 1993 (80,89 kg/ha), do 330,30 kg/ha (Slavkovský potok), kde byl největší odnos naměřen v roce 1994 (471,24 kg/ha), nejmenší (233,29 kg/ha) v roce 1990. Z povodí Zhrty je ročně odnášeno průměrně 221,70 kg/ha, z povodí Roštěnky 113,92 kg/ha. Rovněž odnos vápníku koresponduje s publikovanými údaji (Damaška, Kaštil, 1990), které uvádějí roční odnos 220 kg/ha.

Hořčíku Mg je na jednotlivých povodích ročně odnášeno od 19,35 kg/ha (Rymice), kde byl největší odnos naměřen v roce 1994 (21,96 kg/ha), nejmenší v roce 1993 (16,05 kg/ha), do 57,92 kg/ha (Slavkovský potok), kde byl největší odnos naměřen v roce 1994 (81,04 kg/ha), nejmenší (41,03 kg/ha) v roce 1990. Z povodí Zhrty je ročně odnášeno průměrně 52,12 kg/ha, z povodí Roštěnky 24,34 kg/ha. Zjištěné hodnoty jsou ve srovnání s publikovanými ročními údaji (21 kg/ha) mírně zvýšené.

CELKOVÁ DEPOZICE MAKROPRVKŮ V POVODÍ RUSAVY (tab. V)

Přísun N-NO₃ se ročně pohyboval od 1,42 kg/ha (1993) do 9,63 kg/ha (1990), průměrně bylo ročně depozicemi dodáno 5,03 kg/ha. Depozice N-NH₄ byla podstatně větší, v rozmezí od 11,9 kg/ha (1991) do 30,25 kg/ha (1990), průměrně bylo ročně dodáno 19,92

kg/ha. Celková roční depozice fosforu činila 4,73 kg/ha a pohybovala se od 1,45 kg/ha (1989) do 8,84 kg/ha (1991). Roční depozice draslíku byla v rozmezí od 0,87 kg/ha (1991) do 14,34 kg/ha (1994), průměrný roční spád draslíku činil 4,28 kg/ha. Vápníku bylo depozicí dodáno od 4,67 kg/ha (1991) do 25,31 kg/ha (1992), průměrná roční depozice byla 16,13 kg/ha. Přísun hořčíku za rok se pohyboval od 1,34 kg/ha (1991) do 4,70 kg/ha (1992), průměrně bylo ročně depozicemi dodáno 2,97 kg/ha.

V. Roční spád makroprvků (kg/ha) v povodí Rusavy – Annual macroelement deposition (kg/ha) in the Rusava watershed

	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg
1989	8,75	16,97	1,45	2,48	22,41	1,84
1990	9,63	30,25	4,57	1,39	16,11	3,63
1991	4,45	11,90	8,84	0,87	4,67	1,34
1992	1,72	23,78	5,85	1,51	25,31	4,70
1993	1,42	14,51	2,25	5,09	15,15	2,80
1994	4,20	22,08	5,40	14,34	13,14	3,48
$\bar{x}$	5,03	19,92	4,73	4,28	16,13	2,97

BILANCE MAKROPRVKŮ NA POVODÍ RUSAVY (tab. VI)

Roční bilance N-NO₃ je v povodí Roštěnky a Rymice kladná (1,75 a 2,37 kg/ha), v povodí Zhrty a Slavkovského potoka záporná (3,52 a 8,88 kg/ha). Roční bilance N-NH₄ je na všech povodích kladná (cca 17 kg/ha). Roční bilance fosforu je na všech povodích kladná (cca 3 kg/ha). Roční bilance draslíku je na všech povodích záporná (od -4,86 kg/ha na povodí Rymice do -18,69 kg/ha na povodí Slavkovského potoka). Roční bilance vápníku je na všech povodích záporná (od -83,09 kg/ha na povodí Rymice do -314,17 kg/ha na povodí Slavkovského potoka). Roční bilance hořčíku je na všech povodích záporná (od -16,38 kg/ha na povodí Rymice do -54,95 kg/ha na povodí Slavkovského potoka). Výsledky našich pozorování jsou v souladu s literárními údaji (Linkes et al., 1971), podle kterých mají obě formy dusíku bilanci kladnou (N-NO₃ 7,6 a N-NH₄ 2,3 kg/ha) a kationty bilanci zápornou (K -0,6, Ca -9,2, Mg -2,2 kg/ha). Fosfor není v citované práci uveden.

ZÁVĚR

Šestiletým sledováním (1989 až 1994) čtyř toků (Roštěnka, Zhrta, Slavkovský potok a Rymice) povodí řeky Rusavy (42-12-02-122: 138), protékajících zemědělsky intenzivně využívaným územím okresu Kroměříž, bylo zjištěno, že na jednotlivých povodích je ročně odnášeno N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg 3 až 13, 2 až 3, 1 až 3, 9 až 23, 99 až 330 a 19 až 58 kg/ha. Roční spád makroprvků v povodí Rusavy za sledované období u N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg byl 5, 20, 5, 4, 16 a 3 kg/ha. Roční bilance v průměrném vyjádření u N-NO₃, N-NH₄, P, K, Ca a Mg činí -4, +17, +3, -10,

VI. Roční balance makroprvků (kg/ha) v povodí Rusavy – Annual macroelement balance (kg/ha) in the Rusava watershed

		1989	1990	1991	1992	1993	1994	$\bar{x}$
N-NO ₃	Roštěnka	6,85	5,75	0,86	-1,64	-0,63	-0,67	1,75
	Zhrta	1,32	-0,74	-6,04	-5,60	-4,19	-5,87	-3,52
	Slavkov	-7,16	-5,56	-7,02	-12,27	-5,20	-16,05	-8,88
	Rymice	6,85	7,74	1,62	-2,10	-0,60	0,70	2,37
N-NH ₄	Roštěnka	11,84	27,25	10,91	21,88	13,58	20,99	17,74
	Zhrta	15,85	29,38	8,67	21,28	9,28	19,75	17,37
	Slavkov	16,22	29,92	6,87	18,03	9,84	20,77	16,94
	Rymice	13,83	28,86	9,76	21,99	11,15	18,35	17,32
P	Roštěnka	0,66	2,90	7,77	5,09	1,33	4,52	3,71
	Zhrta	0,99	1,70	6,85	4,12	0,72	4,46	3,14
	Slavkov	0,96	2,50	5,96	3,27	0,03	3,73	2,74
	Rymice	0,70	3,43	7,85	4,66	1,30	4,62	3,76
K	Roštěnka	-13,68	-10,23	-7,57	-2,84	-9,19	0,99	-7,09
	Zhrta	-5,21	-4,07	-8,46	-9,09	-18,31	-2,47	-7,94
	Slavkov	-6,43	-1,03	-28,48	-20,73	-35,92	-19,57	-18,69
	Rymice	-7,61	-6,99	-5,71	-3,74	-7,17	2,08	-4,86
Ca	Roštěnka	-81,72	-110,25	-124,87	-77,35	-65,32	-127,19	-97,78
	Zhrta	185,74	-213,11	-241,70	-189,37	-169,90	-233,58	-205,57
	Slavkov	-233,16	-217,18	-400,51	-309,37	-266,71	-458,10	-314,17
	Rymice	-70,58	-103,66	-97,07	-64,45	-65,74	-97,05	-83,09
Mg	Roštěnka	-22,88	-24,11	-26,20	-15,12	-14,15	-25,80	-21,38
	Zhrta	-52,76	-51,39	-58,48	-42,12	-37,56	-52,59	-49,15
	Slavkov	-48,95	-37,40	-72,17	-50,65	-42,98	-77,56	-54,95
	Rymice	-16,99	-17,48	-20,40	-11,70	-13,25	-18,48	-16,38

-180 a -40 kg/ha. Vzhledem k charakteru území nelze do bilance započítat odvod živin zemědělskou výrobou. Je pravděpodobné, že záporné bilanční hodnoty jsou vyšší než naše.

Příspěvek je součástí dílčí zprávy při řešení grantového projektu GA ČR č. 511/95/0673: *Perspektivní technologie a způsoby optimální ochrany jakosti a zdravotní nezávadnosti povrchových vod.*

LITERATURA

- BEGON, M. – HARPER, J. L. – TOWNSEND, C. R.: Ekologie – jedinci, populace, společenstva. Olomouc, Vyd. UP 1997. 949 s.
- DAMAŠKA, J. – KAŠTIL, J.: Balance minerálních živin v okrese Ústí nad Orlicí. Rostl. Vyr., 36, 1990: 811–818.
- GERGEL, J. – JINDRA, J. – STARA, J.: Hlavní zásady pro odběr a vyhodnocování kvality vod odtékajících ze zemědělsky využívaných povodí. Metodická pomůcka. MZe ČR 1990. 39 s.
- HAVELKA, F.: Kvalita vod Borkovických blat. Rostl. Vyr., 42, 1996: 343–348.
- HRÁDEK, F. – KOVÁŘ, P.: Odvozování návrhových průtoků pro malá povodí. Rostl. Vyr., 42, 1996: 337–341.
- KOTRNEC, J. – BUDÍK, L.: Hodnocení transportu rozpuštěných chemických látek v povodí Moravy. In: Sbor. Ref. Ekologie zemědělské krajiny, její monitorování a plánování. Kroměříž, 1994: 101–124.
- LICHVÁR, M.: Riešenie zníženia plošného znečisťovania povrchových a podzemných vôd poľnohospodárskou činnosťou. Práce a štúd. VÚVH, Bratislava, 1995 (130): 139.
- LINDBERG, S. E. – LOVETT, G. M. – RICHTER, D. D. – JOHNSON, D. W.: Atmospheric deposition and canopy interactions of major ions in a forest. Science, 231, 1986: 141–145.
- LINKES, G. E. – BORMANN, F. G. – PIERCE, R. S. – FISCHER, D. W.: Nutrient-hydrologic cycle interaction in small forested watershed-ecosystems. In: Productivity of forest ecosystem. Berlin, Springer Verlag 1971.
- SEDLÁKOVÁ, D. – DOKTOROVÁ, M. – ŠINDELÁŘOVÁ, M.: Systémová analýza vodní bilance povodí Malše, Lužnice a Nežárky. Rostl. Vyr., 41, 1995: 333–338.
- STARÝ, M. – LÁNÍČEK, J.: Modelování průběhu koncentrace rozpuštěného kyslíku ve vodním toku pod bodovým zdrojem znečištění. Rostl. Vyr., 42, 1996: 11–16.
- ŠÍPEK, J.: Poznatky o dusíku ve vodách odtékajících ze zemědělského území. Rostl. Vyr., 28, 1982: 1085–1093.

Došlo 26. 1. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Eduard Pokorný, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 57, fax: 05/45 13 30 55, e-mail: pokorny@mendelu.cz

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.

Pérovky mohou být zpracovány jako předloha pro skenování nebo mohou být dodány též jako bitmapa ve formátu ***.TIF** (600 DPI). Pro skenování by grafy neměly obsahovat šedivé plochy. Místo šedí se mohou použít různé typy černobílého šrafování.

Grafy je třeba dodat **včetně zdrojových dat** (jako tabulku) v programu EXCEL.

Prosíme **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics**, nýbrž vyexportované do některého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

PARAMETRIZACE A VERIFIKACE MODELU MACROS PRO KUKUŘICI

PARAMETRIZING AND VERIFICATION OF THE MACROS MODEL FOR MAIZE

Z. Žalud, J. Rožnovský

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Meteorological and pedological input values were measured for parametrizing and verification of the MACROS model. MACROS belongs to the dynamic, explanatory and verified crop models, which simulate the growth and yield of annual plants. The physiological parameters were taken from the literature published by Wageningen University in the Netherlands. Simulation was made for potential and water limited yield levels in 1995 to 1997, the experimental crop being grain maize. Grain yield (Fig. 4), leaf area index (Figs 5, 6, 7) and growing period (sowing to full maturity) were chosen as the verification parameters. In every experimental year the higher water limited yield values (Tab. I) were achieved: in 1995 by 7.7%, in 1996 by 9.4% and in 1997 by 7.6%. The contrary effect was observed in case of maximum leaf area index and total growing period. The difference between simulated and observed growing period varies from 3 to 5 days. The verification of the MACROS model and persistence of the results is more distinct if the various climatic conditions in particular years are taken into consideration (Figs 1, 2, 3). In 1995 temperature and precipitation were above the normal, in 1996 temperature was under normal and precipitation above normal and in 1997 the temperature was normal and precipitation extreme above normal (Tab. III). The period between April and August (crucial period for maize growth) can be characterised in the following terms: 1995 mean temperature $t = 17.3^\circ\text{C}$, precipitation sum $h = 243.7\text{ mm}$; 1996: $t = 16.4^\circ\text{C}$, $h = 308.3\text{ mm}$; 1997: $t = 16.1^\circ\text{C}$, $h = 449.0\text{ mm}$.

maize; MACROS model; verification; parametrizing; yield; leaf area index

ABSTRAKT: Pro porost kukuřice na zrno byly sledovány stanovištní (meteorologické a pedologické) charakteristiky, nutné pro parametrizaci modelu MACROS, který patří mezi dynamické, všeobecné, vysvětlující a verifikovatelné modely, simulující růst a vývoj jednoletých rostlin. Fyziologické parametry byly stanoveny ve spolupráci s univerzitou ve Wageningenu v Holandsku. Simulace byla provedena pro roky 1995 až 1997 pro produkční hladinu 1 (potenciální výnos) a 2 (vodou limitovaný výnos). Jako verifikační parametry byly zvoleny: výnos, index listové plochy a doba vegetace (setí až plná zralost). V průběhu každého ze tří let bylo dosaženo vyšších hodnot simulovaného výnosu než reálného, a to v roce 1995 o 7,7 %, v roce 1996 o 9,4 % a v roce 1997 o 7,6 %. Opačný stav nastal u maximální hodnoty indexu listové plochy, kdy hodnoty reálné byly vyšší než simulované, podobně jako u celkové doby vegetace, kdy v jednotlivých letech reálné údaje převýšily simulované o 3 až 5 dní. Verifikace modelu a perzistence výsledků vyniká v kontextu uvědomění si klimatické variability jednotlivých let, kdy rok 1995 můžeme hodnotit jako teplotně a srážkově mírně nadnormální (průměrná roční teplota $t_r = 10,0^\circ\text{C}$, roční úhrn srážek $h = 490,4\text{ mm}$), rok 1996 jako teplotně podnormální a srážkově nadnormální ($t_r = 8,3^\circ\text{C}$, $h = 511,2\text{ mm}$) a rok 1997 teplotně normální a srážkově extrémně nadnormální ($t_r = 9,2^\circ\text{C}$, $h = 660,4\text{ mm}$), přičemž pro hodnocené období duben až srpen v roce 1995 činila průměrná teplota $t = 17,3^\circ\text{C}$ a suma srážek $h = 243,7\text{ mm}$; v roce 1996: $t = 16,4^\circ\text{C}$ a $h = 308,3\text{ mm}$ a v roce 1997: $t = 16,1^\circ\text{C}$ a $h = 449,0\text{ mm}$.

kukuřice; MACROS model; verifikace; parametrizace; výnos; index listové plochy

ÚVOD

Kvalitnější a výkonnější výpočetní technika a především její celosvětové rozšíření vede stále častěji k jejímu využití pro simulaci různých procesů pro účely řídicí, rozhodovací a informační. Nahrazení reálných dějů procesy simulovanými a jejich zvyšující se praktické využití znamená v řadě odvětví významné ekonomické úspory.

Výhody počítačových simulací spočívají v tom, že mohou popsat vzájemné vazby v rámci komplexních systémů jednodušším, přehlednějším a srozumitelnějším způsobem než dopsud. Důležitým předpokladem však je, aby jednotlivé základní procesy probíhající v systému byly v dostatečné míře definovány a popsány.

Lomas (1993) uvádí jako důvod zvýšení výnosů jednotlivých zemědělských plodin pokrok ve vývoji

používaných technologií, které dělí do několika vzájemně se překrývajících a na sebe navazujících forem, a to polního pokusnictví, analogových metod přenosu poznatků, využití studia regresních a korelačních vztahů, resp. simulace agroekosystému pomocí modelů.

Modely jsou softwarové programy, které na základě vstupních údajů simulují procesy probíhající v daném systému. Každý model je však charakterizován určitou mírou simplifikace a nemůže plně popsat chování daného systému. Mezi modely používané v zemědělství patří i tzv. růstové simulační modely (RSM), zaměřené na simulaci růstu a vývoje plodiny. RSM se stávají cenným pomocníkem jak ve vědecké práci (hlavním cílem je dosáhnout co největšího pochopení vzájemných vztahů mezi půdou, atmosférou a rostlinou), tak v praxi (kde jsou požadavky kladeny na shodu simulovaných a pozorovaných růstových charakteristik). Nezanedbatelný význam si simulační modely získaly ve výuce, kde dochází k propojení obou uvedených kategorií s důrazem na prezentaci výsledků ve zjednodušené, studenty akceptovatelné formě.

Všeobecně uznávané dělení RSM, jak uvádí Wit (1986), je na statické a dynamické, všeobecné a specifické, spekulativní a verifikovatelné, vysvětlující a popisující. Mezi komplexní růstové simulační modely patří model MACROS (Modules of an Annual CROP Simulator), který byl vyvinut ve výzkumném ústavu AB DLO (Institut pro agrobiologii a půdní úrodnost Zemědělského výzkumného ústavu) a katedře DTPE (Katedra teoretické produkční ekologie) univerzity ve Wageningen (Penning De Vries et al., 1989).

Model MACROS lze zařadit mezi modely:

- a) dynamické – simulující v čase se vyvíjející systém
- b) všeobecné – použitelné pro simulaci růstu a vývoje více druhů plodin
- c) vysvětlující – analyzující příčiny změn systému na základě rozdílů ve vstupních údajích
- d) verifikovatelné – provádějící verifikaci simulovaných a reálných výsledků na základě experimentu

Základní podmínkou pro využití simulačních modelů v praktickém zemědělství je jejich parametrizace (získání vstupních údajů a jejich úprava do modelem požadované podoby) a následná verifikace (ověření modelu s naměřenými daty).

Cílem pokusu, který probíhal v letech 1995 až 1997, byla parametrizace a verifikace růstového modelu MACROS. Experiment probíhal na polní pokusné stanici školního zemědělského podniku MZLU v Žabčicích, pokusnou plodinou byla zvolena kukuřice na zrno, odrůda Dea, a to především pro své fenotypové vlastnosti.

Zemědělství se ukazuje jako jedna z nejdůležitějších oblastí pro aplikaci modelových simulací. V užším pojetí, omezeném na rostlinnou výrobu, může jejich využití napomoci rozhodnutím, která povedou k optimalizaci daného procesu s následným ekonomickým efektem.

Parametrizace a verifikace simulačních modelů je základní a nezbytnou podmínkou pro jejich využití

a v rostlinné výrobě jsou prováděny převážně za těmito účely:

Optimalizace pěstebních opatření

Jde o využití specifických, na konkrétní plodiny orientovaných růstových modelů jako např. modely řady CERES (Tsuiji et al., 1994), CSMP (Penning de Vries et al., 1989), GLOBAL (Majerčák et al., 1996) nebo EPIC (Williams et al., 1989). Prostřednictvím simulací různých pěstebních postupů je získávána nejen prognóza budoucího výnosu, ale také údaje pro optimalizaci hnojení, termínu setí a sklizně, prevence poškození půdy zemědělskou technikou, resp. redukce použití pesticidů pro ekologické a ekonomické pěstování (Keulen, Wolf, 1986; Batchelor et al., 1992; Křen et al., 1992; Žalud, 1995).

Optimalizace využití vody řízením závlahového režimu

Prognózou obsahu vody v půdě (Rijtema, 1969; Frere, Popov, 1996) a následnou aktivací závlahového systému v aktuálních intervalech lze docílit bezstresového růstu rostlin, a tím maximálního výnosu při minimálních nákladech na vodu (Featherstone et al., 1992). Využití těchto modelů nemusí být omezeno jen na malé plochy, ale existují celé velkoplošné lokality, na nichž je pro jednotlivé zemědělce založen placený poradenský management, řízený pomocí geografických pozičních systémů (GPS) (Buchwald, 1994; Majeed et al., 1994).

Agroekologická a agroklimatologická rajonizace

Stanovení potenciálu plodiny, popřípadě míry rizika pěstování je polyfaktoriální proces, který je závislý zvláště na klimatických a pedologických podmínkách jak v prostoru, tak i v čase (Castonguay, Dube, 1985). Dynamické simulační modely jsou často využívány k posouzení vhodnosti lokality pro pěstování určité plodiny, resp. odrůdy. Obdobně je v této oblasti využito dálkového průzkumu Země, což v kombinaci s růstovými modely bylo úspěšně použito pro mnoho zemědělských lokalit (Diepen et al., 1990; Littleboy et al., 1992; Aggarwal, 1995).

Ochrana půdy a půdní vody

Kvalita vody je často vážně ohrožena agrochemikáliemi, hnojivy či jinými látkami antropogenního původu. Pomocí různých simulačních modelů, které mohou být součástí růstových modelů, může být úspěšně popsán v mnoha případech transport a transformace určitých elementů jako např. dusíku (Jansson, Andersson, 1988; Feichtinger, Steinitzer, 1992) nebo pesticidů (Truman, Leonard, 1991). Výstupy z modelů slouží jako podklady pro předpověď chování daných škodlivin, a mohou tak napomoci ke stanovení jejich optimálního množství v konkrétních

lokalitách (Walther, Grunewald, 1991; Pfefferkorn, 1995).

Vliv možné klimatické změny na rostlinnou produkci

Možná klimatická změna může mít zásadní vliv na růst rostlin a následně na celou zemědělskou produkci, což se projeví řadou socioekonomických dopadů (Barrow, 1993; Rosenzweig, Parry, 1994; Brázdil, Rožnovský, 1995; Richard et al., 1995). Z pohledu rostlinné produkce jsou dynamické simulační modely jedinou možností, jak stanovit reakci zemědělských plodin na změnu klimatických podmínek (Easterling et al., 1992a, b; Semenov et al., 1993). Tyto odhady mají význam především pro dlouhodobé strategicko-ekonomické plánování v zemědělství v nejširším měřítku (Jones, 1989; Evans, Skaggs, 1992; Wolf, Diepen, 1995).

MATERIÁL A METODA

Pokusné plochy byly zřízeny na polní pokusné stanici Žabčice MZLU v Brně. Lokalita (179 m n. m., zeměpisná šířka 49° 01' N, zeměpisná délka 16° 37' E) patří do agroklimatologické makrooblasti teplé, oblasti dostatečně teplé, podoblasti velmi suché a okrsku převážně mírné zimy. Roční průměrná teplota vzduchu má pro lokalitu hodnotu 9,3 °C, roční průměrný srážkový úhrn 480 mm (Rožnovský, Svoboda, 1995).

Popis modelu

MACROS model umožňuje na základě vstupních údajů provést simulaci růstu, vývoje a translokace látek jednoletých rostlin, a to pro každý den během vegetace. Model MACROS umožňuje pracovat ve čtyřech produkčních úrovních, lišící se limitujícím faktorem. Jde o varianty:

1. množství živin a vody je optimální – růst a vývoj je limitován jen teplotou, radiací a odrůdou (potenciální produkce);
2. množství živin je optimální – růst a vývoj je limitován i vodní bilancí;
3. množství živin kromě dusíku je optimální – růst je limitován teplotou, radiací, vodní bilancí a množstvím dusíku;
4. hladina je limitována teplotou, radiací, vodní bilancí, všemi minerálními prvky, eventuálně chorobami a škůdci.

Model MACROS je tvořen několika samostatnými moduly:

L1D – modul pro stanovení potenciální produkce v časovém kroku 24 h; L1Q – modul pro stanovení potenciální produkce v časovém kroku 6 h; L2C – modul popisující vliv stresu suchem na růst; L2SS – modul pro půdy, ve kterých může dojít k časově omezenému nasycení profilu vodou; L2SU – modul pro půdy trvale nenasyčené vodou; WEATHER – modul obsahu-

jící meteorologická data; SOIL – modul obsahující pedologická data; CROP – modul obsahující data popisující danou plodinu (odrůdu); T12 – modul obsahující jednotlivé funkce a subrutiny.

Model je napsán v CSMP (Continuous System Modelling Program), pomocí kterého jsou matematicky popsány procesy: fotosyntéza, respirace, rozložení asimilátů do jednotlivých rostlinných orgánů, fenologie, resp. stárnutí a odumírání jednotlivých rostlinných orgánů.

V průběhu pokusu byly využity moduly L1D, WEATHER, CROP a T12 pro simulaci potenciální produkce a L1D, L2C, L2SU, WEATHER, SOIL, CROP a T12 pro simulaci reálné (vodou limitované) produkce. K porostu byly v jednotlivých letech aplikovány optimální dávky hnojení a zabezpečeno chemické ošetření proti chorobám a škůdcům.

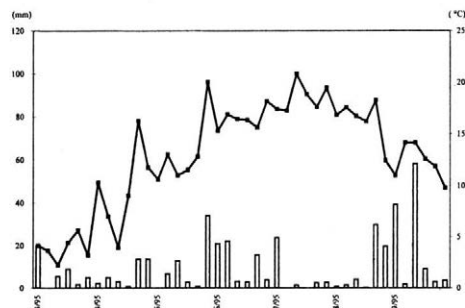
Parametrizace modelu

Model je parametrizován prostřednictvím vstupních údajů, které můžeme rozdělit na meteorologické, pedologické, fyziologické a agrotechnické.

Modul WEATHER (je-li použit modul v denním kroku simulace) vyžaduje denní sumu globální radiace ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$), denní minimum a maximum teploty vzduchu ($^{\circ}\text{C}$), denní úhrn srážek (mm), napětí vodní páry v 7.00 h (kPa) a denní průměrnou rychlost větru ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$). Meteorologické údaje byly měřeny pomocí automatické měřicí stanice CAMPBELL, řízené měřicí ústřednou CR10. Stanice byla umístěna v těsné blízkosti (v jednotlivých letech 20 až 50 m) pokusného porostu podle zásad budování agrometeorologické stanice s přihlédnutím na specifika vyžadovaná modulem WEATHER (např. rychlost větru byla měřena ve výšce 2 m nad zemským povrchem a ne v 10 m). Metoda měření meteorologických prvků vycházela ze dvou sekundových měření, z nichž se počítaly a zapisovaly patnáctiminutové průměry, sumy a extrémní hodnoty. Pomocí přenosného PC se data v týdenním kroku přehrávala a dále zpracovávala.

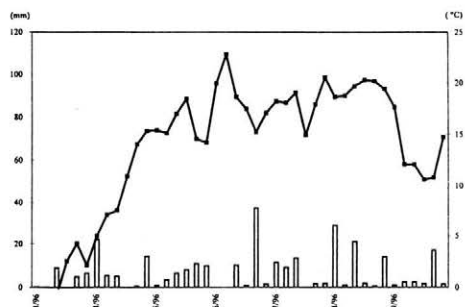
Za účelem parametrizace půdních údajů (modul SOIL) byly odebrány vzorky z půdní sondy a na jejich základě byly stanoveny fyzikální vlastnosti půdy včetně zrnitostního složení pro frakce 0,05 až 2,00 mm, 0,002 až 0,05 mm a pod 0,002 mm a zpracovány pF křivky pro tři půdní hladiny (0,0–0,2 m; 0,2–0,6 m; 0,6–1,4 m). Součástí stanovení půdních údajů byla měření půdní vlhkosti snímačem půdní vlhkosti VIRRIIB a současně gravimetrickou metodou v týdenním kroku. Obdobně byla stanovena hladina spodní vody. V roce 1997 bylo nasazeno pro měření půdní vlhkosti vlhkostní čidlo 253 od firmy CAMPBELL. Pro měření albedo půdy byla použita čidla firmy LICOR s typovým označením LI200SZ.

Získání fyziologických charakteristik není podmíněno na rozdíl od vstupních údajů do modulů WEATHER a SOIL lokalizací pokusného porostu. Z tohoto důvodu byla parametrizace modulu CROP kukuřice, odrůdy



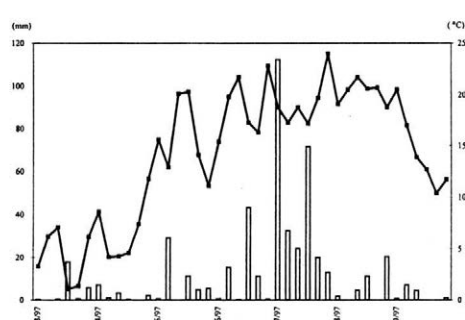
1. Chod teploty (— pentádní průměry) a srážek (□ pentádní sumy) během vegetačního období 1995 – The variation of the temperature (— five days temperature averages) and precipitation (□ five days precipitation sums) during the vegetation season of 1995

osa x: měsíc – x axis: month



2. Chod teploty (— pentádní průměry) a srážek (□ pentádní sumy) během vegetačního období 1996 – The variation of the temperature (— five days temperature averages) and precipitation (□ five days precipitation sums) during the vegetation season of 1996

osa x: měsíc – x axis: month



3. Chod teploty (— pentádní průměry) a srážek (□ pentádní sumy) během vegetačního období 1997 – The variation of the temperature (— five days temperature averages) and precipitation (□ five days precipitation sums) during the vegetation season of 1997

osa x: měsíc – x axis: month

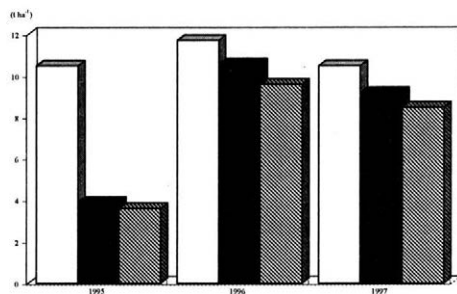
Dea, provedena v kooperaci se zemědělskou univerzitou ve Wageningenu. Dále byly využity výsledky, které publikovali Penning de Vries et al. (1989), a jednotlivé výstupy CABO (Centrum pro agrobiologický výzkum), např. Simulation-Report CABO-TT No. 17 (Heemst, 1988).

Verifikace modelu

Vlastní použití růstového modelu je možné od okamžiku, kdy je model na dané klimatické a půdní podmínky otestován, resp. verifikován. O úspěšné verifikaci můžeme hovořit při shodě reálných a simulovaných veličin, a to jak v letech klimaticky normálních, tak i v letech s výskytem extrémních meteorologických hodnot. Vzhledem k rozdílnému průběhu počasí v jednotlivých letech (obr. 1, 2, 3), především rozložení srážek, lze považovat podmínky pro ověření modelu za velmi dobré. Pro verifikaci modelu byly jako verifikační parametry zvoleny: hospodářský výnos ($t \cdot ha^{-1}$), hodnoty indexu listové plochy ($m^2 \cdot m^{-2}$) a vegetační doby (seti až plná zralost). Listová plocha byla měřena v roce 1995 nedestrukční metodou přístrojem LAI-2000 PLANT CANOPY ANALYSER, v letech 1996 až 1997 na základě transmisní metody pomocí pyranometrů LI200SZ (Štátní, 1995). Průkaznost rozdílů při verifikaci indexu listové plochy byla hodnocena párovým t -testem.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V roce 1997 byl u kukuřice dosažen reálný výnos $8,5 t \cdot ha^{-1}$ a maximální hodnota LAI dosáhla $3,6 m^2 \cdot m^{-2}$. Hodnoty simulovaných údajů (produkční hladina 2) v případě výnosu stejně jako v letech 1995 a 1996 jsou mírně nadhodnocené (obr. 4), v případě vytvořené maximální listové plochy jsou údaje nižší (tab. I). Obdob-



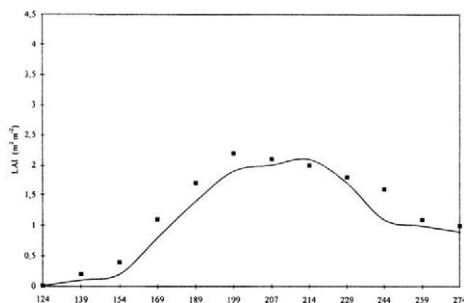
4. Verifikace modelu MACROS prostřednictvím potenciálního (□), vodou limitovaného (■) a pozorovaného (▨) výnosu ve vegetačních sezonách 1995 až 1997 – Verification of the MACROS model by comparison between the potential (□), water-limited (■) and observed (▨) yield during growing seasons 1995 to 1997

osa x: rok – x axis: year

	1995		1996		1997	
	simulované hodnoty ¹	naměřené hodnoty ²	simulované hodnoty	naměřené hodnoty	simulované hodnoty	naměřené hodnoty
Produkční hladina ³ 1 (t.ha ⁻¹)	10,5	–	11,7	–	10,5	–
Produkční hladina 2 (t.ha ⁻¹)	3,9	3,6	10,6	9,6	9,2	8,5
Max. LAI _{ph1} (m ² .m ⁻²)	5,2	–	5,4	–	5,1	–
Max. LAI _{ph2} (m ² .m ⁻²)	2,1	2,7	3,9	4,0	3,3	3,6
Vegetační doba ⁴ (den ⁵)	126	129	130	135	122	127

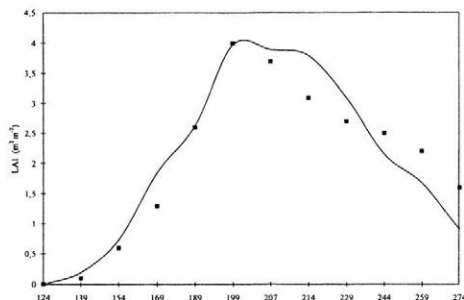
¹simulation values, ²observed values, ³production level, ⁴growing season, ⁵day

né výsledky dosáhli při parametrizaci modelu MACROS pro ozimou pšenici Kostrej, Mika (1996) a pro sóju Franzini (1993). Tento fakt lze hodnotit velmi pozitivně z hlediska parametrizace modelu, neboť tříletý pokus dokázal mírné podhodnocování výnosů a nadhodnocování maximální listové plochy.



5. Verifikace modelu MACROS pomocí indexu listové plochy ve vegetační sezoně 1995 (■ naměřený LAI, — simulovaný LAI) – Verification of the MACROS model by simulated and observed leaf area index in 1995 (■ observed LAI, — simulated LAI)

osa x: juliánský den – x axis: Julian day



6. Verifikace modelu MACROS pomocí indexu listové plochy ve vegetační sezoně 1996 (■ naměřený LAI, — simulovaný LAI) – Verification of the MACROS model by simulated and observed leaf area index in 1996 (■ observed LAI, — simulated LAI)

osa x: juliánský den – x axis: Julian day

Nabízí se tedy vysvětlení, že uvedená, v modulu LID obsažená nepřesnost v deterministických koeficientech stanovuje alokaci biomasy do jednotlivých rostlinných orgánů. Tuto domněnku potvrdili i experti z univerzity ve Wageningenu, místa vývoje modelu MACROS, kde na exaktním stanovení uvedených koeficientů probíhá intenzivní výzkum.

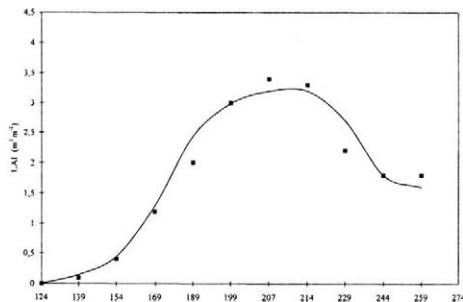
Hodnoty rozdílu naměřeného a simulovaného LAI (obr. 5, 6, 7) lze pro období 1995 až 1997 považovat za výběr z normálního rozdělení (na základě normálního pravděpodobnostního grafu a Shapira-Wilkova testu normality), a je tedy možné použít pro vzájemné srovnání parametrické metody. Na základě párového *t*-testu pro naměřené a simulované hodnoty lze stanovit pro soubor 32 dvojic následující statistické veličiny (tab. II).

Na základě výsledků párového *t*-testu (*t*-statistika = 0,58; pravděpodobnost = 0,57; krajní body 95% konfi-

II. Základní statistické veličiny pro srovnání simulovaných a reálných hodnot indexu listové plochy – Basic statistical values used for comparison between simulated and observed leaf area index

Průměr ¹	Směrodatná odchylka ²	Směrodatná chyba ³	Korelační koeficient ⁴
0,0328	0,3193	0,0564	0,96 (<i>P</i> < 0,001)

¹mean, ²standard deviation, ³standard error, ⁴correlation coefficient



7. Verifikace modelu MACROS pomocí indexu listové plochy ve vegetační sezoně 1997 (■ naměřený LAI, — simulovaný LAI) – Verification of the MACROS model by simulated and observed leaf area index in 1997 (■ observed LAI, — simulated LAI)

osa x: juliánský den – x axis: Julian day

		1961–1990	1995	1996	1997
Průměrná teplota ¹	(°C)	9,3	10,0	8,3	9,2
Průměrná teplota duben–srpen ³	(°C)	15,9	17,3	16,4	16,1
Úhrn srážek ²	(mm)	480	490,4	511,2	660,4
Úhrn srážek duben–srpen	(mm)	276	243,7	308,3	449,0

¹ mean temperature, ² precipitation sum, ³ April–August

denčního intervalu pro rozdíl leží mezi –0,083 až 0,148) lze konstatovat, že se naměřené a simulované hodnoty indexu listové plochy statisticky významně neliší. Rovněž vysoký korelační koeficient ukazuje na velmi těsný vztah mezi reálnou a simulovanou hodnotou.

Pro možné vysvětlení rozdílů reálného a simulovaného výnosu (produkční hladina 2) v letech 1995 až 1997 je nutné uvážit existenci i tzv. nesimulovatelných faktorů (např. posklizňové ztráty, vliv UV-B záření apod.), které hodnotu reálného výnosu snižují. Např. Maléř (1989) udává posklizňové ztráty u použité sklizecí mlátičky s adaptérem pro kukuřici na zrno ve výši 4 %.

Údaje označené jako produkční hladina 1 jsou hodnoty potenciální, tedy simulované výsledky, dosažené za stavu optimální vodní bilance (bez vlivu stresu suchem) a srovnávané s optimálními množstvím živin. Hodnoty simulované pro Žabčice v roce 1995 lze porovnat s publikovanými výsledky (Köstl, 1996), dosaženými pro tři rozdílné lokality v Rakousku, kde se potenciální výnos pohyboval od 10,0 do 11,7 t ha⁻¹. Velmi zajímavé je porovnání vegetačních období 1995 a 1997 v Žabčicích, kdy potenciální simulované hodnoty dosáhly prakticky stejných hodnot, ale vzhledem k diametrálně odlišné vodní bilanci v obou letech byly naměřené hodnoty výnosu i hodnot listové plochy podstatně rozdílné ve prospěch roku 1997. Příčinu uvedeného rozdílu lze spatřit v množství a rozložení srážek během vegetačního období (tab. III, obr. 1, 2, 3). V roce 1995 jsou patrná četná bezsrážková období a např. v době od 5. 7. do 13. 8. (186. až 225. juliánský den), kdy probíhala i fenologická fáze kvetení, činilo celkové srážkové množství 8 mm. Jak uvádějí Doorenbos, Kassam (1996), stres suchem v době kvetení může snížit výnos i o více než 50 %. V roce 1996 a 1997 se obdobná kritická perioda nevyskytla. Hodnota výnosu v roce 1997 dokazuje, že kukuřice na zrno na rozdíl od jiných kulturních plodin velmi dobře regenerovala po extrémním krupobití dne 4. 7. a stejně tak dobře přestála, pravděpodobně vzhledem ke své vysoké transpirační schopnosti, období záplav. Diference mezi simulovanou a reálnou vegetační dobou vykazují obdobný trend jako u maximální hodnoty listové plochy.

Samotné využití růstových modelů spočívá v uplatnění citlivostní analýzy meteorologických (Eitzinger, Dirmhirn, 1994), fyziologických (Vidovič, 1995) či pedologických (Majercák et al., 1996) parametrů. Citlivostní analýza, vycházející z experimentu verifikace a parametrizace modelu MACROS, bude publikována v samostatné vědecké práci.

Poděkování

Výsledků bylo dosaženo za podpory GA ČR (projekt č. 503/95/1286).

LITERATURA

- AGGARWAL, P. K.: Uncertainties in crop, soil and weather inputs used in growth models – implications for simulated outputs and their applications. *Agric. Syst.*, 48, 1995 (3): 361–384.
- BARROW, E. M.: Scenarios of climate change to the European Community. *Eur. J. Agron.*, 2, 1993: 247–260.
- BACHELOR, W. D. – JONES, J. W. – BOOTE, K. J. – PINNSCHMIDT, H. O.: Assessing pest and disease damage with DSSAT. *Agrotechnol. Transf. Gainesville*, 1992 (16): 1–8.
- BRÁZDIL, R. – ROŽNOVSKÝ, J. et al.: Impacts of a potential climate change on agriculture of the Czech Republic – Country study of climate change for the Czech Republic. Elem. 2. Národní klimatický program ČR, sv. 21, Praha, ČS. Hydrometeorol. Úst. 1995. 139 s.
- BUCHWALD, K. D.: Das Weihenstephaner Wasserhaushaltsmodell und seine Anwendung in der Berechnungsberatung. *Wett. u. Leben*, 1994: 461–462.
- CASTONGUAY, Y. – DUBE, P. A.: Climatic analysis of a phenological zonation: A multivariate approach. *Agric. For. Meteorol.*, 1985: 31–45.
- DIEPEN, C. A. VAN – KONING, G. H. J. DE – REINDS, G. J. – BULENS, J. D. – LANEN, H. A. J. VAN: Regional analyses of physical potential of crop production in the EC. In: The greenhouse effect and primary productivity in European agro-ecosystems. Wageningen, Pudoc 1990.
- DOORENBOS, J. – KASSAM, A. H.: Yield response to water. *FAO Irrig. Drain. Pap.*, 33, 1996: 101–104.
- EASTERLING, W. A. – MCKENNEY, M. S. – ROSENBERG, N. J. – LEMON, K. M.: Simulations of crop response to climate change: effects with present technology and no adjustments (the dumb farmer scenario). *Agric. For. Meteorol.*, 59, 1992a: 53–77.
- EASTERLING, W. A. – MCKENNEY, M. S. – ROSENBERG, N. J. – LEMON, K. M.: Simulations of crop response to climate change: effects with present technology and currently available adjustments (the smart farmer scenario). *Agric. For. Meteorol.*, 59, 1992b: 75–102.
- EITZINGER, J. – DIRMHIRN, I.: Auswirkungen des Mes-sortes auf die Repraesentanz einiger Witterungsparameter und auf die Ergebnisse eines Pflanzenwachstums-simulationsmodells. *Wett. u. Leben*, 1994: 103–116.
- EVANS, R. O. – SKAGGS, R. W.: Evaluation of stress day index models to predict corn and soybean yield response to soil-water stresses. Drainage and soil water table control.

- Proc. 6th Int. Drain. Symp. Nashville, Tennessee, ASAE Publ. No. 13-92, St. Joseph, Michigan, 1992.
- FEATHERSTONE, A. M. – OSUNSAN, A. – BIERE, A. W. – BELLAMY, M. A. – GREENSHILDS, B. L.: A risk analysis of alternative crop and irrigation strategies using biophysical simulations. *Iss. Agric. Develop. Sust. Coop. IAAE Occ. Pap.* No. 6, Aldershot, Dartmouth Publ. Comp. 1992: 102–110.
- FEICHTINGER, F. – STENITZER, E.: Simulation des Wasser- und Stofftransportes im Boden. *Mitt. Öst. Bodenk. Gesell.*, 45, 1992: 5–23.
- FRANZINI, E.: Agrometeorological investigations on soybean and fababean and validation of two crop models. *Vien. Univ. Soilcult.* 1993. 138 s.
- FRERE, M. – POPOV, G. F.: Agrometeorological crop monitoring and forecasting. *FAO Pl. Prod. Prot. Pap.* No. 17, Rome, 1996.
- HEEMST, H. D. J. VAN: Plant data values required for simple crop growth simulation models: review and bibliography. *Simul. Rep. CABO-TT No. 17*, Wageningen, CABO DTPE 1988: 22–24.
- JANSSON, P. E. – ANDERSSON, R.: Simulation of runoff and nitrate leaching from an agricultural district in Sweden. *J. Hydrol.*, 99, 1988: 33–47.
- JONES, J. W.: Integrating models with expert systems and data bases for decision making. *Proc. Climate and Agriculture: Systems approaches to decision making*. Charleston, S. C. Dept. Agric. Meteorol. Univ. Nebraska, Lincoln, 1989.
- KEULEN, H. VAN – WOLF, J.: Modelling of agricultural production: weather, soils and crops. *Simul. Monogr. Wageningen, Pudoc* 1986. 446 s.
- KOSTREJ, A. – MIKA, J.: Parametrizácia a verifikácia modelu MACROS v agroekologických podmienkach juhozápadného Slovenska. In: *Agroklimatické modely*, Brno, MZLU 1996.
- KÖSTL, M.: Testing of three crop models for maize regarding the future application possibilities in Austria. *Wien, BOKU* 1996. 91 s.
- KŘEN, J. – KEULEN, H. VAN – GRASHOFF, C.: Grain growth in oats: experimentation and modeling. *Res. Rep. Cent. Agrobiol. Res. Wageningen, Netherlands, CABO-DLO* 1992. 132 s.
- LITTLEBOY, M. – GRUNDY, M. J. – BRYANT, M. J. – GOODING, D. O. – CAREY, B. W.: Using spatial land resource data and computer simulation modelling to evaluate sustainability of wheat cropping for a portion of the eastern Darling Downs. In: *MSSA-IMACS 9th Bienn. Conf. Modelling and simulation*, Greenmount, Australia, 1992: 33–56.
- LOMAS, J.: Specific modelling in applied agrometeorology. In: *Proc. Int. Symp. Climate change, natural disasters and agricultural strategies*, 1993: 205–209.
- MAJEED, A. – STOCKLE, C. O. – KING, L. G.: Computer model for managing saline water for irrigation and crop growth: preliminary testing with lysimeter data. *Agric. Wat. Mgmt.* 26, 1994 (4): 239–251.
- MAJERČÁK, J. – NOVÁK, V. – VIDOVIČ, J.: The model Cornway – a tool for analysing the relation between soil-water regime and the yield of maize (*Zea mays* L.). *Int. Agrophys.*, 10, 1996: 269–276.
- MALÉŘ, J.: Samojízdné sklizeče zrnin. *Praha, SZN* 1989: 224–225.
- PENNING DE VRIES, F. W. T. – JANSEN, D. M. – TEN BERGE, H. F. M. – BAKEMA, A.: Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. *Wageningen, Pudoc* 1989. 246 s.
- PFEFFERKORN, A.: Änderung des N-Gehaltes im Boden durch Einsatz eines Simulationsmodelles. *Mitt. Dtsch. Bodenk. Gesell.*, 76, 1995: 907–910.
- RICHARD, M. A. – FLEMING, R. A. – CHANG, C. C. – MCCARL, B. A. – ROSENZWEIG, C.: A reassessment of the economic effects of global climate change on U.S. agriculture. *Climat. Change*, 30, 1995 (2): 147–167.
- RIJTEMA, A.: Soil moisture forecasting. *Bull.* 513, Inst. Land Wat. Mgmt Res. Wageningen, Netherlands, ICW 1969.
- ROSENZWEIG, C. – PARRY, M. L.: Potential impact of climate change on world food supply. *Nature*, 367, 1994: 130–138.
- ROŽNOVSKÝ, J. – SVOBODA, J.: Agroklimatologický charakteristický region. *Brno, MZLU* 1995. 49 s.
- SEMENTOV, M. A. – PORTER, J. R. – DELECOLLE, R.: Simulation of the effects of climate change on growth and development of wheat in the U.K. and France. In: *EPOCH Proj. The effects of climate change on agricultural and horticultural potential in the EC. Fina. Proj. Rep. Univ. Oxford Europ. Commun.* 1993.
- ŠTASTNÁ, M.: Nová metoda měření LAI pro kukurici. *Brno, MZLU* 1995. 57 s.
- TRUMAN, C. C. – LEONARD, R. A.: Effects of pesticide, soil, and rainfall characteristics on potential pesticide loss by percolation – A GLEAMS simulation. *Trans. ASAE*, 34, 1991: 2461–2468.
- TSUJI, G. Y. – UEHARA, G. – BALAS, S.: DSSAT v3. *Univ. Hawaii, Honolulu*, 1994. 682 s.
- VIDOVIČ, J.: Sensitivity analysis of model Macros for selected physiological and production variables of winter wheat. *Fragm. Agron.*, 46, 1995 (2): 166–168.
- WALTHER, J. – GRUNEWALD, U.: Application of a decision supporting model for agricultural management in drinking water protection areas. *IAHS Publ.* No. 202, 1991: 377–385.
- WILLIAMS, J. R. – JONES, C. A. – KINIRY, J. R. – SPANIEL, D. K.: The EPIC crop growth model. *Trans. ASAE*, 32, 1989: 497–511.
- WIT, C. T. DE: Modelling agricultural production. *Acta Hort.*, 184, 1986: 59–70.
- WOLF, J. – DIEPEN, C. A. VAN: Effects of climate change on grain maize potential in the European community. *Climat. Change*, 29, 1995: 299–331.
- ŽALUD, Z.: Validierung eines Wachstums- und Ertragsmodells für den Mais und die Möglichkeit seiner Anwendung für die gesamte Tschechische Republik. [Doktorandská práce.] *Wien, Univ. Bodenkult. BOKU* 1995. 136 s.

Došlo 19. 3. 1998

Kontaktní adresa:

Dr. Ing. Zdeněk Žalud, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 83, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: zalud@mendelu.cz

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna (ÚZLK)

Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38

Máte zájem o pravidelné sledování nejčerstvějších informací ze zahraničních odborných časopisů?

Tento požadavek Vám rádi splníme, objednáte-li si naši informační reprografickou službu „Obsahy zahraničních časopisů“ a články typu „Current Contents“.

Vyberete-li si z každoročně aktualizovaného **Seznamu časopisů objednaných do fondu ÚZLK** sledování nejzajímavějších časopisů z Vašeho oboru, zašleme Vám nejprve kopie obsahů nejčerstvějších čísel časopisů a na základě výběru kopie požadovaných článků.

Chtěli bychom Vás také upozornit na další reprografickou službu ÚZLK, a to na poskytování kopií článků z knih a časopisů, které jsou ve fondu ÚZLK. Požadavky na tyto kopie můžete uplatňovat v průběhu celého roku na formulářích „Objednávka reprografické práce“, které si můžete objednat v Technickém ústředí knihoven, Solniční 12, 601 74 Brno, pod katalog. č. TÚK 138-0.

Veškeré další informace a objednávky na reprografické služby včetně Vašich připomínek Vám poskytneme na adrese:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna – ÚZPI

Odd. reproslužeb

Slezská 7, 120 56 Praha 2

Poštovní schránka 39

Telefonické dotazy: 02/24 25 79 39, linka 329, 421 nebo 306

SIMULAČNÍ MODEL VODOHOSPODÁŘSKÉ SOUSTAVY S OPTIMALIZACÍ ŘÍZENÍ ODTOKŮ VODY Z NÁDRŽÍ VE VZTAHU KE KVALITĚ VODY V ŘIČNÍ SÍTI

SIMULATION MODEL OF WATER-MANAGEMENT SYSTEM WITH OPTIMIZATION OF WATER RUNOFF CONTROL FROM RESERVOIRS IN RELATION TO WATER QUALITY IN RIVER SYSTEM

O. Rec, M. Starý

Technical University, Faculty of Engineering, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: One of the problems in construction of simulation models of water-management system which have to be solved by a processor is the determination of rules of water runoff control from individual reservoirs in dependence on the state of the system. In the simplest case reservoirs can be controlled by planned runoff. In designing of the simulation model which works with the time step of one month and except the quantity of water is also directed to the modelling of water quality in the river system this problem is even potentiated. The contribution in such a model deals with verifying of the possibility to optimize in each time step the water runoff control from individual reservoirs using the predictions of water affluent to the system. The length of predictions hence limits the length of optimized period. The task leads to the necessity to solve the optimization from the region of non-linear programming. Hook-Jeeves' gradient-free method was used to solve it. There are two criteria of optimality. One of them is the sum of squares of deviations between calculated and required values of water runoffs from reservoirs and the second one is the sum of squares of deviations between required and calculated values of concentrations of parameters of pollution in selected profiles. Both the criteria are minimized. The model whose scheme is presented in Fig. 2 was programmed in the language FORTRAN 77. The program was used for modelling of biochemical consumption of oxygen (BSK_5) in the part of water-management system of the rivers Svratka according to the scheme in Fig. 1. The solution was done for the period 1961 to 1992 with the time step of one month. To verify the utility, the section between water reservoirs Brno and Central Municipal Water Purification Station Brno-Modřice. Figs 4a to 5b give the course of BSK_5 concentrations is selected section in dependence on the length of predictions of water affluents into the system (July of 1964 to December of 1964). Many valuable conclusions follow from the performed application. The most important conclusion is referred to the effect of predictions of water affluents on the length and depth of failures. The prolongation of predictions, however, prolongates the length of failures from the standpoint of the volume and water quality. These are more shallow and acceptable as for users of water, as for keeping of the biological balance in the river system. The paper fastens on to the preceding contribution (Rec, Starý, 1997a) and it uses the same equations for description of the system and the same symbols.

water-management system; simulation model; affluents and runoffs of water from reservoirs; water quality in the river system; optimization

ABSTRAKT: Je popsán způsob optimalizace řízení odtoků vody z nádrží v rámci simulačního modelu za použití prognóz přítoků vody do systému. V simulačním modelu je přitom řešena kvantitativní i kvalitativní stránka problému souběžně. Délka prognóz přítoku vody do systému, které jsou k dispozici, limituje délku optimalizovaného období. Úloha vede k nutnosti opakovaného řešení optimalizační úlohy z oblasti nelineárního programování. Pro její řešení byla zvolena metoda Hooka-Jeevese. Model je zprogramován v jazyce FORTRAN 77. Program byl použit pro modelování biochemické spotřeby kyslíku v rámci vodohospodářské soustavy řeky Svratky v období 1961 až 1992 s kladným výsledkem. Model lze využít jak pro analýzu způsobu řízení vodohospodářské soustavy v historickém období, tak i pro operativní řízení. Zde je však třeba mít k dispozici opakované prognózy budoucích přítoků.

vodohospodářská soustava; simulační model; přítoky a odtoky vody z nádrží; kvalita vody v říční síti; optimalizace

ÚVOD

V předchozím příspěvku (Rec, Starý, 1997a) byl podrobně popsán obecně použitelný simulační model pro modelování průtoků a průběhu znečištění ve schematizované části vodohospodářské soustavy (VS) Svatky. Tento model umožňuje simulovat průběh znečištění v rámci VS souvisle s nádržemi v libovolném návrhovém období, které může překročit řadu roků. Model byl nyní doplněn o optimalizační část, zaměřenou na optimalizaci řízení odtoků z nádrží s ohledem na imisní limity znečištění ve vybraných kontrolních profilech, s uvažováním znalosti střednědobé předpovědi přítoků vody do systému v délce od jednoho do několika měsíců. Jeho použití sleduje zlepšení kvality vody v celé říční síti, přičemž může být využit např. také pro navrhování nových zdrojů znečištění z hlediska jejich umístění v rámci VS, z hlediska jejich maximální vydatnosti, resp. z hlediska stanovení jejich maximálních možných koncentrací vytékajícího znečištění apod. Model by však bylo možné využít i pro konstrukci dispečerských grafů pro řízení odtoků vody z jednotlivých nádrží s ohledem na požadavky týkající se udržení kvality vody v říční síti v požadovaných limitech. Tento příspěvek navazuje na popsaný simulační model a využívá stejné rovnice pro popis chování systému a stejnou symboliku (Rec, Starý, 1997a).

MATERIÁL A METODA

VS řeky Svatky je nahrazena orientovaným ohodnoceným grafem $G(N, H)$ (Starý, 1990), který tvoří obecně množina N vrcholů (zdroje vody, soutoky, nádrže, odběratelé) a množina H hran (vlastní koryta řeky). Původní orientovaný ohodnocený graf byl podstatně zpřesněn (rozčleněn do menších úseků) a také doplněn dalšími bodovými zdroji znečištění a odběrateli. Jeho nynější podoba je patrná z obr. 1.

S ohledem na účel, pro který byl původní simulační model sestaven, a na dostupnost vstupních údajů byl v řešení zachován časový krok jeden měsíc, který umožňuje zavést výrazná zjednodušení (Rec, Starý, 1997a). K tomuto přístupu jsme byli inspirováni velmi dobrými výsledky s užitím programu QUAL2E (Brown et al., 1987).

Pro modelování změny kvality vody při průtoku údolní nádrží Vír a Brno byl použit vícerozměrný lineární regresní model (Rec, Starý, 1997b) ve tvaru:

$$Y_i = a_0 + a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + \dots + a_p \cdot X_p \quad (1)$$

kde: Y – výsledná předpovězená hodnota ukazatele znečištění
 a_0, a_p – neznámé regresní koeficienty
 X_1, X_p – vstupní veličiny modelu
 i – pořadí měsíce

Počátečními podmínkami řešení jsou plnění nádrží a veličiny, na kterých závisí koncentrace vybraných ukazatelů znečištění vody na odtocích z nádrží. Okrajovými podmínkami jsou vydatnosti přirozených vod-

ních zdrojů a zdrojů znečištění, koncentrace znečišťujících látek obou těchto zdrojů a velikosti odběrů vody. Tok vody ohodnoceným orientovaným grafem v každém časovém kroku τ (pro $\tau = 1, 2, \dots, N$) popisuje vektor neznámých X^τ , jehož komponenty tvoří jednotlivé průtoky hranami grafu a objemy vody v nádržích. Tento vektor obsahuje nezávisle proměnné (odtoky vody z nádrží) a závisle proměnné, které jsou dány rovnicemi popisujícími tok vody grafem. Při zadaných počátečních a okrajových podmínkách a pravidlech řízení odtoků vody z nádrží, které umožňují jednoznačně stanovit v závislosti na stavu systému odtoky vody z nádrží (nezávisle proměnné), má simulace toku vody grafem právě jedno řešení (Rec, Starý, 1995). V každé hraně grafu, rozdělené na konečný počet elementů, je pak postupně při dané teplotě vody pro vybrané ukazatele znečištění řešena základní rovnice pro změnu kvality vody (Rec, Starý, 1997a). Výsledkem je získání přehledu o průtocích vody grafem a kvalitě vody v celém řešeném období.

Popsaný simulační model (dále jen globální model) je doplněn o optimalizační část (lokální model), kterou je optimalizováno řízení odtoků vody z nádrží (nezávisle proměnné komponenty vektoru X^τ). Přitom kritéria optimality se týkají dodržení plánovaných odtoků z nádrží a limitů koncentrací znečištění ve vybraných kontrolních profilech. Schematicky je takový simulační model s optimalizací řízení odtoků vody z nádrží znázorněn na obr. 2.

Řízení odtoků z nádrží se řeší s ohledem na prognózu přítoků vody do soustavy. Vychází se z předpokladu, že přítoky jsou předem známy vždy pro určité časové údobí (jeden nebo více časových kroků), a optimalizace řízení odtoků z nádrží se tedy provádí pouze na období shodném s délkou prognózy přítoků vody do systému. Globální model je postupně řešen v celém návrhovém období pro $\tau = 1, 2, \dots, N$.

Pro každé pořadí měsíce je však vždy v lokálním modelu opakovaně řešena optimalizace řízení odtoků z nádrží ($\tau = \tau, \tau + 1, \tau + 2, \dots, \tau + P - 1$), kde P je počet měsíců odpovídajících délce prognózy přítoků. V průběhu optimalizace jsou sledovány hodnoty dvou kritériálních funkcí π_1 a π_2 , které mají tento tvar:

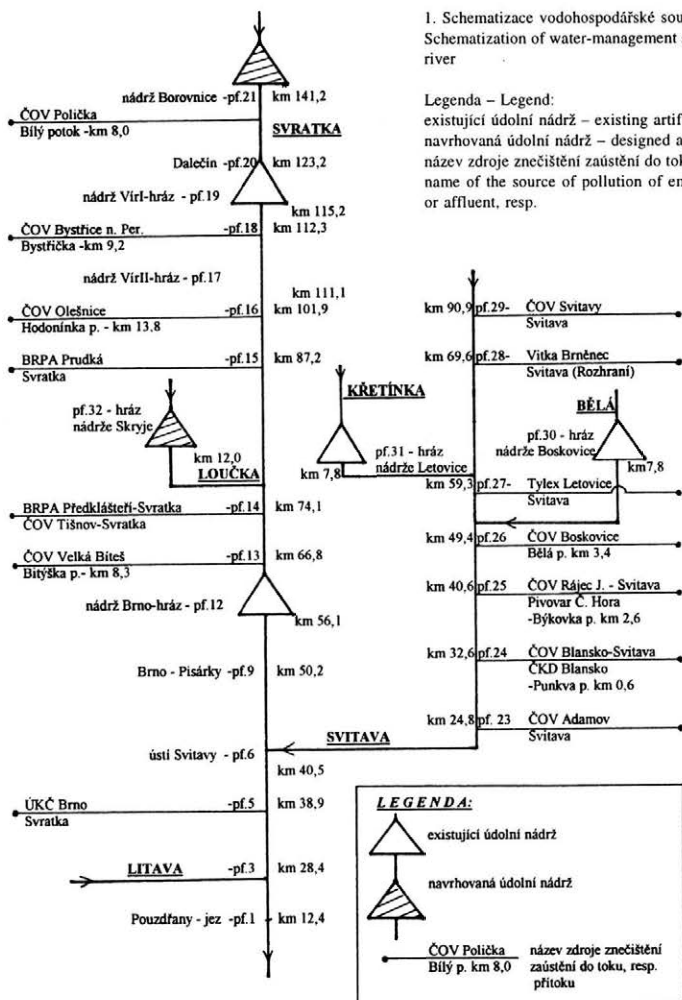
$$\pi_1 = \sum_{n_j \in U1} \sum_{\tau = \tau}^{\tau + P - 1} (O_{j,k}^\tau - Q_{j,k}^\tau)^2 \rightarrow \text{MIN} \quad (2)$$

$$\pi_2 = \sum_{p_j \in PF} \sum_{\tau = \tau}^{\tau + P - 1} (C_{p_j}^\tau - c_{p_j}^\tau)^2 \rightarrow \text{MIN} \quad (3)$$

kde: $U1$ – množina všech vrcholů grafu s akumulací
 P – délka prognózy (počet měsíců)
 $O_{j,k}^\tau$ – plánovaný odtok z nádrže
 $Q_{j,k}^\tau$ – skutečný odtok z nádrže
 PF – množina všech kontrolních profilů
 $C_{p_j}^\tau$ – limitní koncentrace znečištění
 $c_{p_j}^\tau$ – skutečná koncentrace znečištění

Legenda – Legend:

existující údolní nádrž – existing artificial lake
navrhovaná údolní nádrž – designed artificial lake
název zdroje znečištění zaústění do toku, resp. přítoku – the
name of the source of pollution of emptying into the flow
or affluent, resp.



Funkce π_1 sleduje dodržení plánovaných odtoků z nádrží, funkce π_2 dodržení limitních koncentrací ve všech kontrolních profilech. Model umožňuje použití obou kritériálních funkcí současně, ale také každé z nich samostatně. Při jejich současném užití je nejdříve uplatněna kritériální funkce π_1 . Pokud ve vybraných profilech koncentrace znečištění překročí povolené limity, je provedena opakovaně optimalizace pro kritériální funkci π_2 , ovšem za předpokladu, že koncentrace znečištění na odtocích vody z nádrží je vhodná pro ředění.

Optimalizace řízení odtoků vody z nádrží je řešena v rámci lokálního modelu. Hodnoty vektoru X^T jsou pak uplatněny v globálním simulačním modelu, který se v řešení posune o jeden časový krok kupředu. Plnění nádrží na konci prvního časového kroku τ jsou počátečními podmínkami pro řešení další optimalizace na

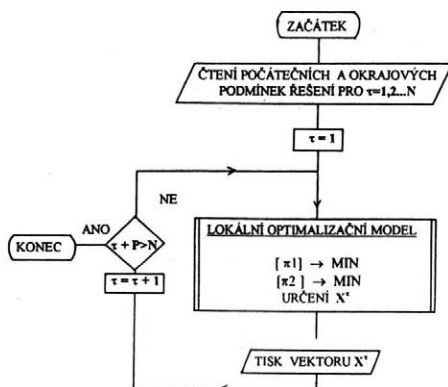
příštím lokálním modelu, který je celý posunut o jeden časový krok dopředu. Globální model se tak postupně adaptuje na nové podmínky (nové prognózy přítoků), které by odpovídaly situaci při užití modelu pro řízení VS v praxi.

Popsaný optimalizační problém je v lokálním modelu řešen bezgradientní metodou Hooka-Jeevese z oblasti nelineárního programování. Úloha je zprogramována v jazyku FORTRAN 77.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Model byl použit pro modelování biochemické spotřeby kyslíku (BSK₅) na VS Svratky podle schématu na obr. 1. Ve vstupních profilech byly použity reálné neovlivněné průtokové řady průměrných měsíčních prů-

GLOBALNÍ SIMULAČNÍ MODEL



2. Blokové schéma modelu řízení – Block scheme of the model of control

globální simulační model – global simulation model

začátek – beginning

čtení počátečních a okrajových podmínek řešení pro – reading of starting and marginal conditions for solution for

lokální optimalizační model – local optimization model

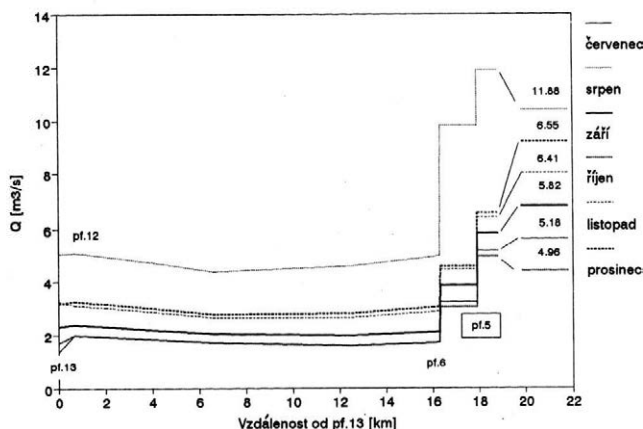
tisk vektoru – printing of the vector

konec – end

ano – yes

ne – no

toků za období 1961 až 1992 ($\tau = 1, 2, \dots, 384$) a odborně odhadnuté koncentrace BSK₅, konstantní pro celé řešené období. Teploty vody byly pro celou soustavu vypočítány z průměrných měsíčních teplot za delší období a do řešení zahrnuty jako průměrné hodnoty pro jednotlivé měsíce, konstantní ve všech letech. Bodové zdroje znečištění byly ohodnoceny průměrnými měsí-



3a. Změny velikosti průtoků vody v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 (délka prognózy 4 měsíce) – Changes in the size of water flows in the section of water-management system of the Svatka river when criterial function π_1 was applied (length of prediction 4 months)

Vysvětlivky k obr. 3 až 5 – Explanations to Figs 3 to 5:

osa x: vzdálenost od pf.13 (km) – x axis: distance from pf.13 (km)

objemy v nádrži Brno – volumes in the Brno reservoir

červenec – July

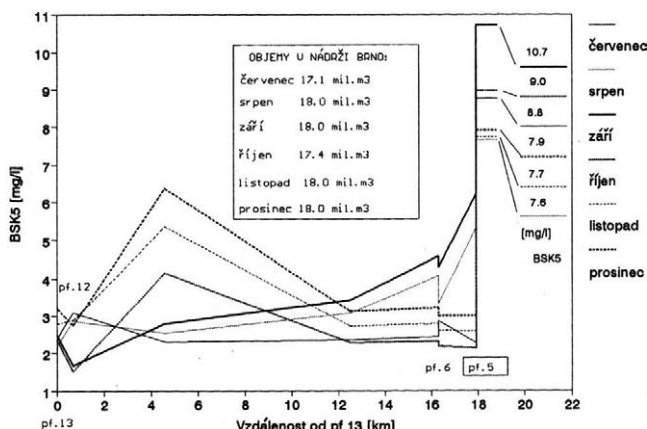
srpen – August

září – September

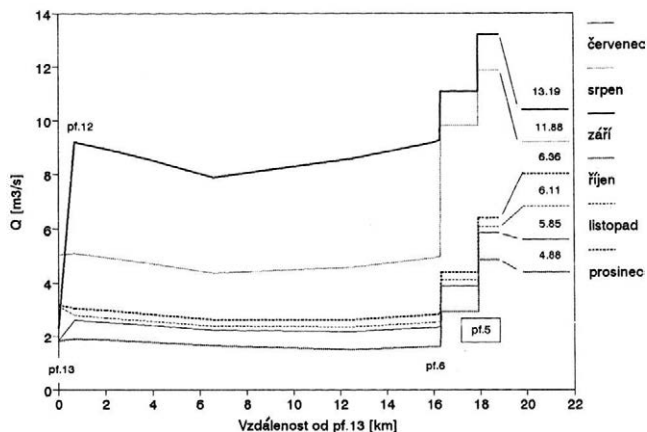
říjen – October

listopad – November

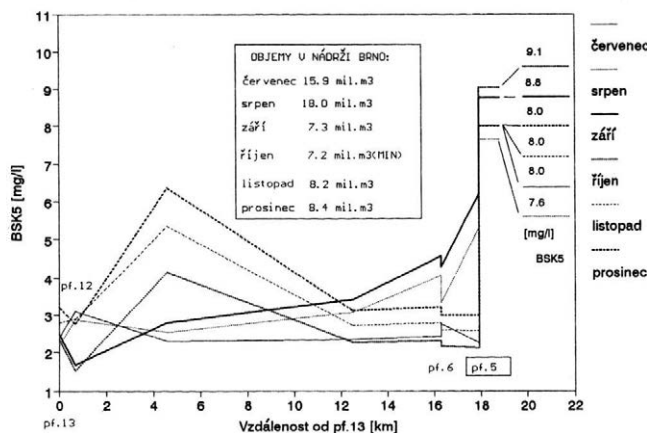
prosinec – December



3b. Změny koncentrace BSK₅ v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 (délka prognózy 4 měsíce) – Changes in BSK₅ concentration in the section of water-management system of the Svatka river when criterial function π_1 was applied (length of prediction 4 months)



4a. Změny velikosti průtoků vody v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 a π_2 (délka prognózy 1 měsíc) – Changes in the size of water flows in the section of water-management system of the Svatka river when criterial function π_1 and π_2 was applied (length of prediction 1 month)



4b. Změny koncentrace BSK₅ v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 a π_2 (délka prognózy 1 měsíc) – Changes in BSK₅ concentration in the section of water-management system of the Svatka river when criterial function π_1 and π_2 was applied (length of prediction 1 month)

ními hodnotami odtoků vody a koncentrací znečištění, konstantními pro všechny měsíce a roky.

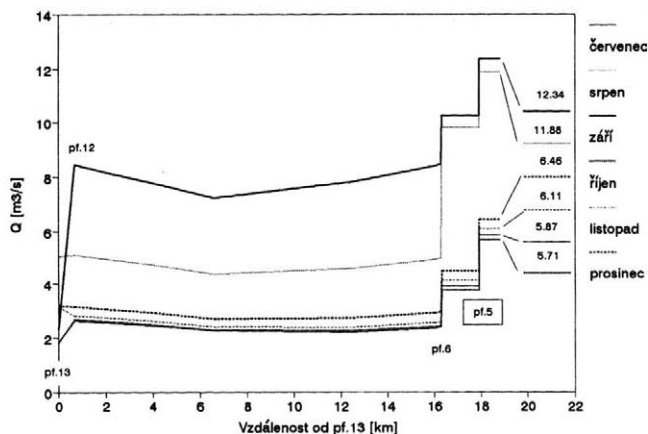
Model byl kalibrován z hlediska kvantity i kvality vody (koeficienty zesílení, koeficienty samočištění a plošné znečištění z mezipovodí). Pro kalibraci průtoků byly použity reálné neovlivněné průtokové řady průměrných měsíčních průtoků ve všech vodoměrných stanicích VS za období 1961 až 1992. S ohledem na kvalitu vody byl model kalibrován pro průměry BSK₅ za klimatická čtvrtletí.

Pro ověření funkčnosti a použitelnosti simulačního modelu s optimalizací řízení odtoků vody z nádrží byl zvolen jeden kontrolní profil pf.5 (obr. 1) Brno-Modřice pod výústí Ústřední komunální čistírny (ÚKČ). Důvodem byla skutečnost, že v tomto profilu je významný zdroj znečištění (ÚKČ). Dochází zde často k tomu, že koncentrace BSK₅ po smísení s vodou v korytě Svatky vykazují hodnoty větší než 8,0 mg/l. Jako zdroj ředící vody, tedy nádrže s optimalizací řízení odtoku, byla zvolena nádrž Brno-Kníničky. Cílem bylo nalézt optimální způsob řízení odtoků vody z nádrže, tj. ředění

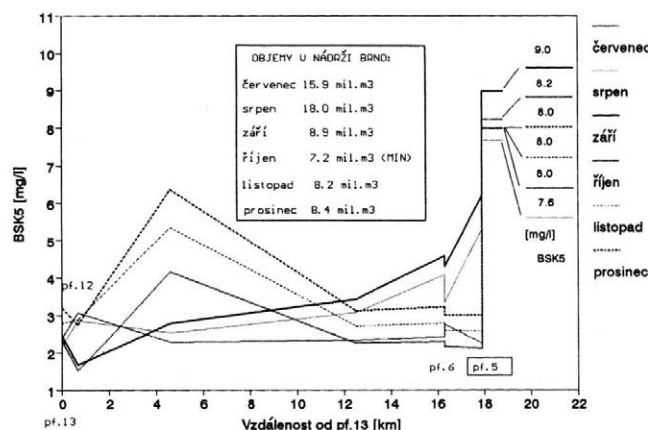
vodou v profilu pod výústí ÚKČ tak, aby zde byl pokud možno dodržen imisní limit 8,0 mg/l BSK₅ a plánovaný odtok z nádrže Brno.

Z vlastního řešení vyplynuly další skutečnosti. V případě, že se v modelu využije pouze kritériální funkce π_1 , pak jsou dodrženy plánované odtoky z nádrže Brno, ale imisní koncentrace v pf.13 (obr. 1) překračují 8,0 mg/l BSK₅. Průběhy koncentrací BSK₅ a průtoků v šesti po sobě následujících vybraných měsících roku 1964 jsou od profilu Veverská Bítýška (pf.13, vtok do nádrže) až do pf.5 (ÚKČ) patrné z obr. 3a, 3b. V měsíci červenci je v pf.5 hodnota BSK₅ 8,8 mg/l, v září 10,7 mg/l a v říjnu 9,0 mg/l. Změna kvality vody v jednotlivých úsecích je zjednodušeně znázorněna lineárně.

Při řízení odtoku vody z nádrže s ohledem na dodržení plánovaného odtoku a imisních limitů v pf.5, tj. za použití obou kritériálních funkcí, jsou hodnoty koncentrací BSK₅ v pf.5 snižovány, ale jen do té míry, pokud je k dispozici dostatečný objem vody v nádrži. Přitom velkou úlohu hraje délka prognózy (prognózané pří-



5a. Změny velikosti průtoků vody v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 a π_2 (délka prognózy 4 měsíce) – Changes in the size of water flows in the section of water-management system of the Svatka river when critical function π_1 and π_2 was applied (length of prediction 4 months)



5b. Změny koncentrace BSK₅ v části vodohospodářské soustavy řeky Svatky při uplatnění kritériální funkce π_1 a π_2 (délka prognózy 4 měsíce) – Changes in BSK₅ concentration in the section of water-management system of the Svatka river when critical function π_1 and π_2 was applied (length of prediction 4 months)

toky byly postupně přebírány z reálných průtokových řad). Její význam je patrný z obr. 4a, 4b, kdy délka prognózy byla jeden měsíc, a z obr. 5a, 5b, kdy délka prognózy byla čtyři měsíce. V obou případech jsou koncentrace v červenci sníženy na 8,0 mg/l. V září při jednoměsíční prognóze je v pf.5 koncentrace snížena sice z 10,7 na 8,8 mg/l, ale za cenu velkého úbytku zásobního objemu, takže v říjnu již se projevuje nedostatek vody pro ředění (zásobní objem zcela vyčerpán), a koncentrace BSK₅ je dokonce tímto způsobem zvýšena z 9,0 na 9,1 mg/l. Při čtyřměsíční prognóze je sice v září koncentrace snížena z 10,7 jen na 9,0 mg/l, ale v říjnu je koncentrace dále snížena z 9,0 na 8,2 mg/l, i když také zde je zásobní objem vyčerpán. Z tohoto důvodu model řídí velikost odtoku z nádrže v listopadu a prosinci tak, že z nádrže je vypouštěn jen takový průtok, aby nebyl překročen imisní limit, a zásobní objem se začíná postupně plnit. Bylo prokázáno, že čím byla zadána delší prognóza přítoků vody do soustavy, tím byly rozdíly mezi imisními hodnotami a skutečnými koncentracemi v pf.5 menší a poruchy byly delší.

A naopak, čím byla prognóza kratší, tím byly poruchy v jednotlivých měsících hlubší a kratší.

ZÁVĚR

Naše dosavadní zkušenosti s užitím modelu lze shrnout takto:

Problematika optimalizovaného řízení odtoku vody z nádrží představuje velmi složitý problém, při kterém mohou nastat stavy, kdy voda z nádrží má nízkou kvalitu a nelze ji použít k ředění, resp. její použití k ředění by ve vybraných profilech vedlo k výrazně velkým odtokům vody z nádrže a jejímu rychlému vyprázdnění. V takovém případě je třeba zadat maximální povolený řízený odtok z jednotlivých nádrží, který nebude překročen i za cenu nedodržení limitů koncentrací znečištění ve vybraných profilech.

V průběhu řešení popsaný postup řízení prokázal, že z hlediska kvantity i kvality vede ke snížení rizika výskytu kritických poruch tím, že za cenu prodloužení

poruch značně snižuje jejich hloubku. Čím delší je prognóza, tím mělčí a delší je nedodávka vody, resp. překročení povolených limitů koncentrací znečištění. Mělčí, i když delší poruchy jsou z pohledu uživatelů vody a zachování biologické rovnováhy v toku příznivější.

Model lze použít pro analýzu způsobu řízení VS v historických průtokových řadách, překračujících více let i desetiletí (prakticky není omezen). Výsledkem takové analýzy pak může být konstrukce dispečerských grafů zohledňujících udržení koncentrace vody v říční síti v požadovaných limitech. Lze však stanovit i nezbytně nutnou délku prognózy přítoků vody do systému. Model však lze použít i pro operativní řízení v reálném čase. Zde je však nutnou podmínkou pro jeho funkci existence prognózy přítoků vody do systému v každém rozhodovacím časovém bodě.

Domníváme se, že kalibraci modelu i z hlediska kvality vody by bylo vhodné provést nikoli pro kvartály, ale pro jednotlivé měsíce. Tím by byl lépe vystižen vliv změn klimatických činitelů i koncentrace plošných zdrojů znečištění v průběhu roku.

Vývoj modelu nepovažujeme za ukončený. Bylo by vhodné pokračovat v doplnění dalších ukazatelů znečištění. Model je možné rozšířit i o další stupeň optimalizace na globální úrovni, kdy může být optimalizován návrh vybraných parametrů VS, např. velikost

odtoku vody z ČOV, účinnost ČOV, velikost zásobních objemů nových nádrží, resp. přerozdělení funkčních objemů u stávajících nádrží apod.

Článek obsahuje výsledky výzkumu řešeného v rámci GA ČR 511/95/0637.

LITERATURA

- BROWN, L. C. – THOMAS, O. – BARNWELL, T. O.: The entranced stream water quality models QUAL2E and QUAL2E-UNCAS. Athens, Georgia, Envir. Res. Lab. Off. Res. Develop. 1987.
- REC, O. – STARÝ, M.: Simulační model vodohospodářské soustavy s uvažováním kvality vody v říční síti. [Průběžná zpráva.] Brno, VUT FAST ÚVHK 1995.
- REC, O. – STARÝ, M.: Modelování změn kvality vody v rámci vodohospodářské soustavy. Rostl. Výr., 43, 1997a (8): 389–394.
- REC, O. – STARÝ, M.: Změna kvality vody při průtoku údolní nádrží. Rostl. Výr., 43, 1997b (4): 193–198.
- STARÝ, M.: Nádrže a vodohospodářské soustavy. Brno, VUT 1990.

Došlo 3. 2. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Oldřich Rec, Vysoké učení technické, Stavební fakulta, Ústav vodního hospodářství krajiny, Žižkova 17, 662 37 Brno, Česká republika, tel.: 05/726 17 76, fax: 05/726 17 28

**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 žádanek 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.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkových služeb. 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).

VLIV ALGINÁTOVÉHO PREPARÁTU S-90 NA VZCHÁZENÍ VYBRANÝCH DRUHŮ TRAV

THE EFFECT OF ALGINATE PREPARATION S-90 ON EMERGENCE OF SELECTED GRASS SPECIES

M. Svobodová, J. Šantrůček

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The aim of the study was to verify the possibilities of quickening or increase of emergence rate of plants of slowly-germinating grass species (*Poa pratensis* cv. Moravanka, *Agrostis tenuis* cv. Golf and *Festuca rubra* cv. Ferota) in order to increase their competitive abilities at the beginning of the stand development in the mixture with other species. Pot trials were carried out in the glasshouse of the Czech University of Agriculture in Praha under the stable temperature 18 °C in enamelled vessels of the diameter 112.5 mm and the height of 75 mm in homogenized clay loam soil (overburden of Chernozem topsoil). The seed was treated before seeding (moistened) by the preparation Bio-algeen S-90 in the concentration of 25, 50 and 100% or by distilled water. The sown seeds (200 seeds per pot) of *Lolium perenne* (cv. Bača) and *Festuca rubra* (cv. Ferota) were covered over by finely sieved soil in the 8 mm layer. *Poa pratensis* (cv. Moravanka) and *Agrostis tenuis* (cv. Golf) were seeded in the surface in the same number. The soil surface was kept moist. The number of emerged plants was observed in 1- to 3-day intervals. The germinating ability of the used seed was determined according to the standard ČSN 46 0610. In the common bent it was 92.5%, in the Kentucky bluegrass 89% and in the ryegrass 98%. The trials with three replications were performed in three dates. The results were evaluated by the analysis of variance (Tukey, $\alpha = 0.05$) by the program Statgraphics. In the common bent emergence rate was significantly quickened in all seeding dates to the 14th and 16th day from seeding by 2 to 6 days (Fig. 1). The final number of emerged plants (67 to 78%) was not significantly affected by the treatment of the seed. The emergence rate of Kentucky bluegrass (67 to 80%) was the highest at the treatment of alginate in the concentration of 25% or in untreated seed (Fig. 2). At the concentration of 50 and 100% the emergence rate of Kentucky bluegrass was delayed in the first 18 to 20 days by 3 to 5 days and the total emergence rate was lower by 11%. In the ryegrass (90 to 97%) and red fescue (98 to 92%) the emergence rate was not significantly affected by the seed treatment (Figs 3 and 4). It follows from the results that higher concentration of the preparation (50% and more) may slow down or decrease the emergence rate of some grass species but a suitably diluted preparation, particularly in slowly-germinating small-seeded species, may support the emergence of plants.

grasses; seed; alginates; emergence rate

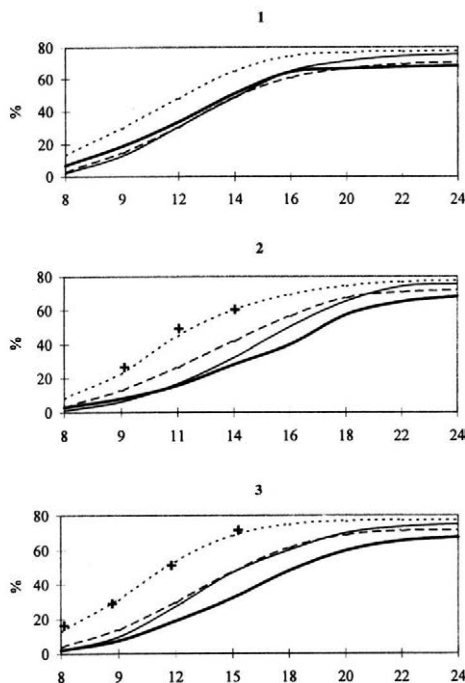
ABSTRAKT: V nádobových pokusech byla zjišťována vzházivost a rychlost vzházení osiva psinečku tenkého (Golf), lipnice luční (Moravanka), kostřavy červené (Ferota) a jílku vytrvalého (Bača) v závislosti na ošetření osiva alginátovým přípravkem Bio-algeen S-90 v koncentraci 25, 50 a 100 %. U obílek psinečku tenkého ošetřených přípravkem v 25% koncentraci bylo urychleno vzházení v průměru o 4 dny. Celková vzházivost obílek nebyla aplikací přípravku průkazně zvýšena u žádného ze sledovaných druhů. Použití preparátu ve vyšší koncentraci (50 a 100 %) zpomalovalo vzházení lipnice luční o 2 dny a byla snížena její celková vzházivost o 11 %.

trávy; osivo; algináty; vzházivost

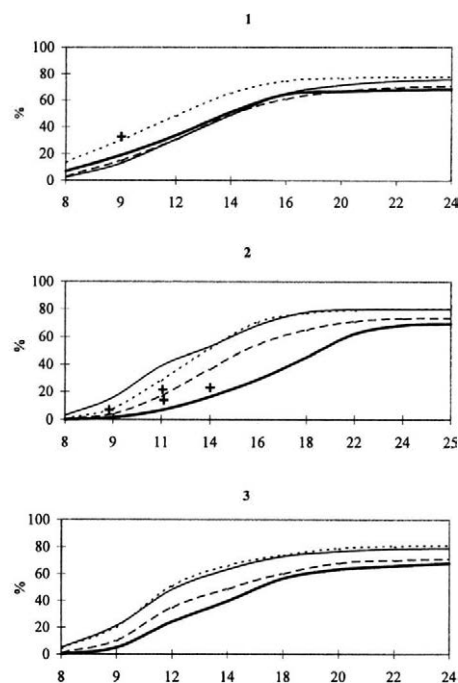
ÚVOD

Při zakládání trvalých travních porostů, ať už pro pěstební, nebo technické účely, složených z více druhů trav, je problémem různá konkurenční schopnost jednotlivých druhů ve fázi vzházení. Pomalu vzházející a zpočátku pomalu se vyvíjející trávy jako např. lipnice a psinečky jsou ostatními potlačovány, takže jsou později v porostu zastoupeny mnohem méně, než by odpoví

ovalo jejich výsevu. Náklady na založení zejména sportovních trávníků jsou obvykle velmi vysoké, a proto v takových případech stojí za úvahu použití některých přípravků, které by mohly urychlit vzházení a zvýšit odolnost klíčících rostlin. Algináty aplikované na list nebo na semena mohou ovlivnit vývin rostlin zvýšením obsahu fytohormonů (auxiny, cytokiny, gibbereliny), ale také celé řady makro- a mikroprvků. Pokusy s jejich aplikací byly prováděny na řadě rostlin,



1. Podíl vzešlých rostlin psinečku tenkého (%) v průběhu vzházení (dny) – The percentage of emerged plants of common bent (%) during the emergence (days)



2. Podíl vzešlých rostlin lipnice luční (%) v průběhu vzházení (dny) – The percentage of emerged plants of Kentucky bluegrass (%) during the emergence (days)

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

+ hodnota se statisticky průkazně liší od kontroly ($\alpha = 0,05$) – the value is statistically significantly different from the control ($\alpha = 0,05$)

osa x: den po výsevu – x axis: day after seeding

1 až 3 = termín – 1 to 3 = term

koncentrace S-90 (%) – concentration S-90 (%):

— 0

--- 25

- - - 50

— 100

např. na jeteli plazivém (Goh, Whitton, 1975), pšenici (Mooney, Staden, 1985; Becket, Staden, 1990) nebo ječmeni (Featonby-Smith, Staden, 1987).

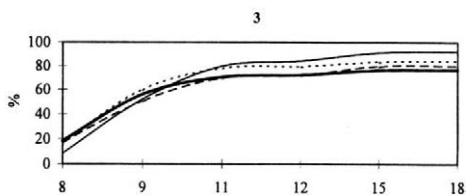
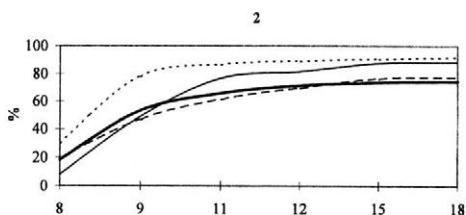
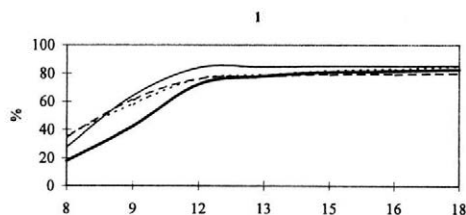
Na našem pracovišti byla již v minulosti zkoušena aplikace alginátových přípravků (Micro-mist a S-90) na osivo vojtěšky. V některých případech, zejména za zhoršených podmínek, aplikace alginátů na osivo urychlovala vzházení rostlin, i když celková vzházivost byla ovlivněna nepatrně (Šantrůček, Svobodová, 1995). Pokusy s alginátovými přípravky probíhaly v minulosti i na osivu jiných plodin, např. u jarního a ozimého ječmene nebo cukrové řepy a dalších.

V této práci jsme se zaměřili na zjištění vlivu extraktů z mořských řas (alginátů) na vzházení trav používaných pro trávníkové účely.

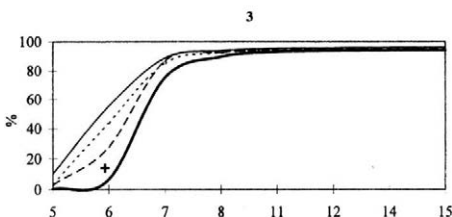
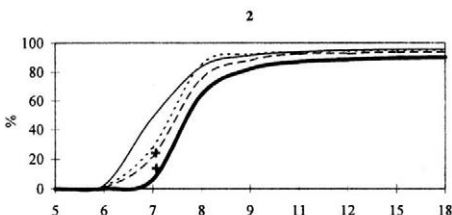
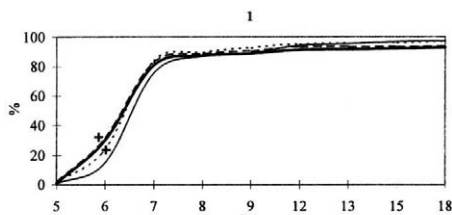
MATERIÁL A METODA

Nádobové pokusy byly realizovány ve skleníku ČZU v Praze za stálé teploty 18 °C, řízené termostatem. Byly použity smaltované nádoby o poloměru 112,5 mm, výšce 75 mm a homogenizovaná jílovitohlinitá zemina (skrývka ornice černozemě).

Osivo bylo den před výsevem ošetřeno preparátem Bio-algeen S-90 (výtažek z řas vyráběný firmou Bio-algeen Schulze a Hermesen GmbH – zástupce v ČR Bioalvia Praha). Preparát byl aplikován v koncentraci 25, 50 a 100 % v takovém množství, aby došlo k rovnoměrnému ovlhčení všech semen, avšak bez jejich nabobtnání. Bezprostředně po ošetření bylo osivo rozprostřeno, aby oschnulo. Kontrolní osivo bylo ošetřeno stejným množstvím destilované vody. Následující den byl uskutečněn výsev 200 semen na nádobu. Vyšetřena semena jílku vytvářelého (Bača) a kostřavy červené (Ferota) byla překryta jemně prosátou zeminou ve vrstvě 8 mm. Lipnice luční (Moravanka) a psineček tenký (Golf) byly vysety na povrch. Zálivka byla prováděna v 1- až 2denních intervalech tak, aby nedošlo k zaschnutí povrchu zeminy. U psinečku a lipnice byly v prvních 7 dnech do začátku vzházení nádoby překryty filtračním papírem tak, aby se nedotýkal zeminy.



3. Podíl vzešlých rostlin kostřavy červené (%) v průběhu vzházení (dny) – The percentage of emerged plants of red fescue (%) during the emergence (days)



4. Podíl vzešlých rostlin jílku vytrvalého (%) v průběhu vzházení (dny) – The percentage of emerged plants of ryegrass (%) during the emergence (days)

Klíčivost použitého osiva byla stanovena podle ČSN 46 0610 u jílku vytrvalého 98 %, kostřavy červené 94 %, psinečku tenkého 92,5 % a u lipnice luční 89 %. Počet vzešlých rostlin byl sledován v 1- až 3denních intervalech.

Pokusy se třemi opakováními probíhaly vždy ve třech termínech. Výsledky byly vyhodnoceny analýzou rozptylu (Tukey, $\alpha = 0,05$) programem Statgraphics.

VÝSLEDKY A DISKUSE

U psinečku tenkého se plná vzháživost pohybovala v rozmezí 67 až 78 %. Konečný počet rostlin nebyl ošetřením osiva průkazně ovlivněn, avšak ve všech termínech výsevu byla vzháživost nejvyšší při ošetření osiva alginátem v koncentraci 25 % (obr. 1), nižší byla u kontroly a nejnižší u varianty ošetřené nedešeným preparátem. Do 14. až 16. dne byl ve všech případech průkazně nejvyšší počet vzešlých rostlin u osiva ošetřeného S-90 s koncentrací roztoku 25 %. Stejný počet vzešlých rostlin byl zaznamenán u neošetřeného osiva v průměru o 2 až 6 dnů později.

Vzháživost lipnice luční (67 až 80 %) byla nejvyšší při ošetření alginátem v koncentraci 25 %, případně u neošetřeného osiva. Ošetření osiva vyšší koncentrací

preparátu (50 nebo 100 %) působilo v prvních 18 až 20 dnech negativně, tj. zpomalovalo vzházení o 3 až 5 dnů, a celková vzháživost byla o 11 % nižší ve všech třech termínech výsevu (obr. 2). Tento rozdíl však byl neprůkazný.

U kostřavy červené byl vliv koncentrace přípravku méně jednoznačný, rozdíly v konečné vzháživosti (68 až 92 %) ve srovnání s neošetřenou variantou (obr. 3) nebyly průkazné. Vyšší koncentrace preparátu, stejně jako u lipnice luční, měla na vzházení ve všech časových opakováních pokusu spíše negativní vliv.

Konečná vzháživost jílku vytrvalého (90 až 97 %) nebyla průkazně ovlivněna ošetřením osiva (obr. 4). Rozdíly v počtu vzešlých rostlin byly patrné pouze zpočátku (do 8. dne po výsevu), ošetření alginátem však většinou vedlo k pomalejšímu vzházení, zejména při vyšší koncentraci. U jílku vytrvalého byl vzhledem k velikosti obilí, velké rychlosti jeho klíčení a optimálním podmínkám tento trend předpokládán.

Z dosavadních výsledků vyplývá, že za příznivých podmínek (odpovídající hloubka výsevu, omezení konkurence jiných druhů) nemá u rychle klíčícího jílku vytrvalého a kostřavy červené aplikace alginátového preparátu S-90 průkazný vliv na urychlení vzházení nebo zvýšení vzháživosti. U psinečku tenkého došlo k rychlejšímu vzházení o 4 dny při aplikaci přípravku o kon-

centraci 25 % ve srovnání s neošetřeným osivem. Vyšší koncentrace přípravku může vzházení některých druhů trav zpomalit nebo i snížit, jako tomu bylo u lipnice luční. Podobných výsledků bylo dosaženo i v našich pokusech s vojtěškou setou (Šantrůček, Svobodová, 1995), kde se příznivý účinek preparátů rovněž projevoval pouze za zhoršených podmínek pro vzházení, např. při vytvoření půdního škraloupu.

Potvrdilo se, že je účelné i v příštích pokusech zabývat se možnostmi urychlení vzházení osiva hlavně drobnosemenných druhů trav a životaschopností mladých rostlin. Je třeba zjistit zejména účinek aplikace alginátů nebo jiných podobných přípravků na osivo vysávané v méně příznivých podmínkách, které nastávají při skutečném zakládání porostů nebo jejich přísévání.

LITERATURA

- BECKETT, R. P. – STADEN, J. VAN: The effect of seaweed concentrate on the yield of nutrient stressed wheat. *Bot. Mar.*, 33, 1990: 147–152.
- FEATONBY-SMITH, B. C. – STADEN, J. C. VAN: Effects of seaweed concentrate on grain yield in barley. *S. Afr. J. Bot.*, 53, 1987: 125–128.
- GOH, K. M. – WHITTON, J. S.: Kelp extracts as fertilizer. II. Effect on chemical composition and elemental uptake of white clover. *N. Z. J. Sci.*, 18, 1975: 391–403.
- MOONEY, P. A. – STADEN, J. VAN: Effect of seaweed concentrate on the growth of wheat under conditions of water stress. *S. Afr. J. Sci.*, 81, 1985: 632–633.
- ŠANTRŮČEK, J. – SVOBODOVÁ, M.: Vliv aplikace alginátových preparátů (MICRO-MIST a S-90) na vzházení a počáteční vývin vojtěšky seté. In: Sbor. mezin. věd. Konf. České Budějovice, JČU ZF 1995: 221–231.

Došlo 19. 3. 1998

Kontaktní adresa:

Ing. Miluše Svobodová, CSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika,
tel.: 02/24 38 30 37, fax: 02/20 92 16 39, e-mail: siskova@af.czu.cz

MONOLAYER MOISTURE CONTENT OF SEEDS OF SEVERAL TOBACCO VARIETIES

SORPČNÍ VLASTNOSTI OSIVA VYBRANÝCH ODRŮD TABÁKU

N. Menkov¹, Y. Kochev²

¹Higher Institute of Food and Flavour Industries, Plovdiv, Bulgaria

²Institute of Tobacco and Tobacco Products, Plovdiv, Bulgaria

ABSTRACT: Seeds of five tobacco varieties were investigated: Oriental (Rila 89, Plovdiv 7, Plovdiv 187), Virginia (Coker 254), and Burley (Burley 21). The equilibrium moisture contents were determined at 25 °C and four water activities less than 0.5. BET and GAB models were established to give good fits to experimental data. The monolayer moisture contents (MMC), calculated by these methods, varied from 2.63 to 3.99 g H₂O/100 g dry basis depending on the particular variety. The monolayer water activities were within the range 0.10 to 0.30.

tobacco seeds; monolayer moisture content; BET equation; GAB equation

ABSTRAKT: Bylo sledováno osivo pěti odrůd tabáku: Oriental (Rila 89, Plovdiv 7, Plovdiv 187), Virginia (Coker 254) a Burley (Burley 21). Rovnovážná vlhkost byla stanovena při teplotě 25 °C a čtyřech hodnotách vodní aktivity, nižších než 0,5. Pro zajištění srovnatelnosti výsledků pokusů byly vytvořeny modely BET a GAB. Vlhkost semen, při níž je jejich vnitřní povrch pokryt monomolekulární vrstvou (MMC), stanovená uvedenými metodami, kolísala od 2,63 do 3,99 g H₂O/100 g sušiny v závislosti na odrůdě. Vodní aktivita odpovídající MMC se pohybovala v rozmezí 0,10 až 0,30.

osivo tabáku; vlhkost semen; rovnice BET; rovnice GAB

INTRODUCTION

The value of the monolayer (with a thickness of one water molecule) moisture content is critical to a number of processes which directly affect the stability of the dehydrated biological products (Karel, Yong, 1981). The water in the monolayer is tightly bound to the hard skeleton, it is inaccessible for reactions and a considerable amount of additional energy is needed for its release (Labuza et al., 1970).

The seeds are a product subject to long-term storage. During that time, important biological changes take place in the seed and their intensity strongly affects germination and the quality of the seedlings produced. Ellis et al. (1990) have studied seeds of various products and have determined the critical moisture contents above which their longevity decreases. The storage conditions and moisture content of tobacco seeds have a substantial influence on their germination (Pino et al., 1981). It has been established that seeds stored at low moisture content have a higher germination (Bangaraya et al., 1984).

Knowing the monolayer moisture content of tobacco seeds would enable the identification of the lowest value at which their dehydration would be justifiable, as well as the appropriate conditions of the seeds' storage.

The monolayer moisture content can be determined by means of experimentally obtained equilibrium isotherms by:

- the two-parameter BET equation (Brunauer et al., 1938) valid for $a_w < 0.5$:

$$X = \frac{X_m C a_w}{(1 - a_w)(1 - a_w + C a_w)} \quad (1)$$

- the three-parameter GAB equation (Berg, 1981) valid for $a_w < 0.9$:

$$X = \frac{X_m k C a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + k C a_w)} \quad (2)$$

where: X and X_m , resp., are the equilibrium moisture content and the monolayer moisture content (g H₂O/100 g dry basis); a_w is the water activity (decimal); k and C are constants.

The object of the present study is the experimental obtaining and comparison of the monolayer moisture contents of seeds of different tobacco varieties at 25 °C.

MATERIAL AND METHODS

Tobacco varieties

Seeds of five tobacco varieties grown in Bulgaria were investigated: Oriental (Rila 89, Plovdiv 7, Plovdiv

187), Virginia (Coker 254) and Burley (Burley 21). The seeds were crop 1994, with a germination rate of 80 to 87%.

Procedure

The equilibrium moisture content of the seeds was determined at 25 °C and four water activities up to 0.50. The static gravimetric method recommended by COST 90 Project (Wolf et al., 1984) was applied. Seeds were dehydrated in a desiccator with P_2O_5 at the room temperature for 20 days prior to the beginning of the experiment. Samples of 1 ± 0.05 g from each variety and water activity were weighed in weighing bottles. The weighing bottles were then put in hygrostats with saturated salt solutions ($LiCl$, CH_3COOK , $MgCl_2$, K_2CO_3) which maintained a_w 0.113, 0.225, 0.328, and 0.432, resp., at 25 °C (Greenspan, 1977). The hygrostats were kept in thermostat (MTA Kutesz, Type 1031, Hungary) at 25 ± 0.1 °C. Samples were weighed (Sartorius balance, sensitivity ± 0.1 mg) every three days. Equilibrium was acknowledged when two consecutive weight measurements showed a difference less than 1 mg. The moisture content of each sample was determined in oven – 2 hours by temperature 130 ± 1 °C and atmospheric pressure (ISTA, 1985). The equilibrium moisture content for every variety, as well as a_w , were determined as means of triplicate measurements.

Analysis of data

The equilibrium moisture contents of the seeds of the varieties under study were compared for each a_w as the statistical hypothesis about equality of means was verified (F -test at level of significance 0.05). In case of a rejected equality hypothesis, the statistical hypothesis about equality of means of all combinations of variety couples was tested (t -test at level of significance 0.05) (Brandt, 1992).

From the obtained experimental data of the seeds, X_m , k and C in equations (1) and (2) were calculated following an algorithm described in the literature (Marcos et al., 1997). The closeness of description of the experimental data by (1) and (2) was evaluated

by the coefficient of determination (r^2) and the relative error of approximation (P , %).

RESULTS AND DISCUSSION

The obtained mean values of equilibrium moisture content and standard deviations for the different varieties and water activities are presented in Tab. I. The test of the statistical hypothesis about equality of means showed that the values of X for the five varieties and the corresponding a_w were not statistically equal. There was, however, statistical equality for some couples of values, but for none of the variety couples there were more than two equalities. That is to say that under the same hygrothermal conditions of storage the seeds of different varieties will have different equilibrium moisture content. Similarity was observed in the results obtained for seeds of various kinds of mustard (Mazza et al., 1994).

Tab. II and III present the values of X_m , k , C , r^2 and P calculated by the BET and GAB models, resp. The coefficients of determination were higher for the BET equation. Nevertheless, the relative errors of approximation had almost the same values for the two models as the maximum mean relative error was 7.05%. Thus both models are equally suitable for describing the experimental data. The values of X_m for the seeds of the five varieties obtained following both models were similar. Most of them were in the range of 3 to 4 g/100 g except for X_m for Plovdiv 187 obtained by (1) and Plovdiv 7 and Rila 89 obtained by (2), which were less than 3 g/100 g. The highest values of X_m were found for Coker 254, followed by Burley 21 and then the Oriental tobaccos. The values of X_m calculated by (1) were higher than those calculated by (2). Similar results were obtained for anise and cumin seeds (Marcos et al., 1997). Exception is X_m for Plovdiv 187.

Equations (1) and (2) enable the monolayer water activity (a_w)_m, i.e. the value of a_w at the particular temperature at which the monolayer is formed, to be determined after appropriate transformations (at $X = X_m$) (Roman et al., 1982). The values of (a_w)_m obtained by (1) and (2) are presented in Tab. II and III. As a whole, the values obtained for the five varieties by the two models were similar as $0.20 < (a_w)_m < 0.30$.

I. Equilibrium moisture content (X , g H_2O /100 g dry basis) of seeds of several tobacco varieties at water activity (a_w) in the range of 0.113 to 0.432

a_w	Rila 89		Plovdiv 7		Plovdiv 187		Coker 254		Burley 21	
	$X(a^*)$	sd^{**}	$X(b)$	sd	$X(c)$	sd	$X(d)$	sd	$X(e)$	sd
0.113	2.03	0.04	2.25	0.08	2.63d	0.05	2.58c	0.04	1.72	0.03
0.225	2.99c	0.05	3.56d	0.04	3.13a*	0.12	3.39b	0.10	2.71	0.10
0.328	3.93bc	0.05	4.01a*ce	0.04	4.08abe	0.08	5.35	0.11	4.21bc	0.12
0.432	5.01e	0.10	5.66	0.06	4.48	0.08	6.11	0.03	5.21a	0.11

* the same letters for the different varieties mean statistical equality at level of significance 0.05

** standard deviation based on triplicate determinations

II. Results of data analysis by BET equation

Parameter	Rila 89	Plovdiv 7	Plovdiv 187	Coker 254	Burley 21
X_m	3.17	3.46	2.63	3.99	3.69
C	10.04777	10.79851	73.09615	9.460377	5.332677
$(a_w)_m$	0.24	0.23	0.10	0.25	0.30
r^2	0.9987	0.9742	0.9869	0.9431	0.9604
P	1.14	3.88	3.72	7.05	4.39

X_m – monolayer moisture content (g H₂O/100 g dry basis)
 C – constant
 $(a_w)_m$ – monolayer water activity
 r^2 – coefficient of determination
 P – mean relative error (%)

III. Results of data analysis by GAB equation

Parameter	Rila 89	Plovdiv 7	Plovdiv 187	Coker 254	Burley 21
X_m	2.94	2.94	3.16	3.69	3.48
C	11.19122	14.61664	28.74051	10.46116	5.568985
k	1.070373	1.15006	0.792051	1.073982	1.048441
$(a_w)_m$	0.22	0.18	0.20	0.22	0.28
r^2	0.9962	0.9323	0.9763	0.7973	0.7382
P	0.89	4.16	3.81	6.92	4.36

X_m – monolayer moisture content (g H₂O/100 g dry basis)
 C, k – constants
 $(a_w)_m$ – monolayer water activity
 r^2 – coefficient of determination
 P – mean relative error (%)

Exceptions were the values obtained by the BET model for Plovdiv 187 [$(a_w)_m = 0.10$] and by the GAB model for Plovdiv 7 [$(a_w)_m = 0.18$].

CONCLUSIONS

Both models (BET and GAB) give an equally good fit to the experimental data.

The monolayer moisture contents of the seeds of the investigated tobacco varieties varied from 2.63 to 3.99 g H₂O/100 g dry basis.

The monolayer moisture contents of the seeds under study at 25 °C was determined at water activity $0.10 < (a_w)_m < 0.30$.

REFERENCES

BANGARAYYA, M. – BABY, D. P. – MADHAVARAO, C.: Effect of storage methods on the viability of tobacco seed at ambient temperature. *Tob. Res.*, 10, 1984: 13–18.
 BERG, C. VAN DEN: Vapour sorption equilibria and other water-starch interactions: A physico-chemical approach. Wageningen, Netherlands, Dr. Thesis, Agric. Univ. 1981.
 BRANDT, S.: Datenanalyse: Mit statistischen Methoden und Computerprogrammen. Mannheim, Wissenschaftsverlag 1992.
 BRUNAUER, S. – EMMET, P. H. – TELLER, E.: Adsorption of gases in multimolecular layers. *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938: 309–319.

ELLIS, R. H. – HONG, T. D. – ROBERTS, E. H. – TAO, K.: Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. *Ann. Bot.*, 65, 1990: 493–504.
 GREENSPAN, L.: Humidity fixed point of binary saturated aqueous solutions. *J. Res. Nat. Bur. Stand. A. Phys. Chem.*, 81A, 1977: 89–96.
 KAREL, M. – YONG, S.: Autoxidation-initiated reactions in foods. In: ROCKLAND, L. B. – STEWART, G. F. (eds): Water activity: Influences on food quality. London, Acad. Press 1981: 511–529.
 LABUZA, T. P. – TANNENBAUM, S. R. – KAREL, M.: Water content and stability of low-moisture and intermediate-moisture foods. *Fd Technol.*, 24, 1970: 543–549.
 MARCOS, B. – ESTEBAN, M. A. – LOPEZ, P. – ALCALA, M. – GOMEZ, R. – ESPEJO, J. – MARCOS, A.: Monolayer values at 30 °C of various spices as computed by the BET and GAB models. *Z. Lebensm.-Unters. Forsch.*, 204, 1997: 109–112.
 MAZZA, G. – JAYAS, D. S. – OOMAH, B. D. – MILLS, J. T.: Comparison of five three-parameter equations for the description of moisture sorption data of mustard seeds. *Int. J. Fd Sci. Techn.*, 29, 1994: 71–81.
 PINO, A. L. – TORRECILLA, G. – GONZALEZ, E.: Influencia de las condiciones de almacenamiento en la germinación de la semilla de tabaco. *Cienc. Techn. Agric. Tabaco*, 4, 1981: 7–15.
 ROMAN, G. N. – URBICAIN, M. J. – ROTSTEIN, E.: Moisture equilibrium in apples at several temperatures: Experimental data and theoretical consideration. *J. Fd Sci.*, 47, 1982: 1484–1488.

WOLF, W. – SPIESS, W. E. L. – JUNG, G. – WEISSER, H. – BIZOT, H. – DUCKWORTH, R. B.: The water-vapour sorption isotherms of microcrystalline cellulose (MCC) and purified potato starch. Results of a collaborative study. J. Fd Eng., 3, 1984: 51–73.

ISTA: International rules for seed testing. Seed Sci. Technol., 13, 1985: 299–513.

Received on February 2, 1998

Contact Address:

Dr. Nikolay M e n k o v, Higher Institute of Food and Flavour Industries, 26, Maritza Blv., BG-4000 Plovdiv, Bulgaria,
e-mail: nimenkov@hiffi-plovdiv.acad.bg

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selective 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.

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 dvojité mezery), 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 podtitulky článků.

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

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, 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 nedostacích 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.

CONTENTS

Kolář L., Ledvina R., Kužel S., Pašek J.: The effect of nitrogen surplus in fertilizing rates applied to <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. on the production of its active substances	489
Kučerová J., Kráčmar S., Pelikán M.: Amino acid composition of spring triticale grain	497
Pokorný E., Prax A., Denešová O.: Balance of macroelements in the Rusava river watershed intensively used by agriculture.....	503
Žalud Z., Rožnovský J.: Parametrizing and verification of the MACROS model for maize	509
Rec O., Starý M.: Simulation model of water-management system with optimization of water runoff control from reservoirs in relation to water quality in river system	517
Svobodová M., Šantrůček J.: The effect of alginate preparation S-90 on emergence of selected grass species.....	525
Menkov N., Kochev Y.: Monolayer moisture content of seeds of several tobacco varieties (in English)	529
FROM THE SPHERE OF SCIENCE	
Moudrý J.: 16th Conference ICC: Cereal science – its contribution to health and well-being	496

ROSTLINNÁ VÝROBA

OBSAH

Kolář L., Ledvina R., Kužel S., Pašek J.: Vliv nadbytku dusíku ve výživě <i>Echinacea purpurea</i> (L.) Moench. na tvorbu jejích účinných látek.....	489
Kučerová J., Kráčmar S., Pelikán M.: Aminokyselinové složení zrna jarního tritikale.....	497
Pokorný E., Prax A., Denešová O.: Bilance makroprvků v zemědělsky intenzivně využívaném povodí řeky Rusavy.....	503
Žalud Z., Rožnovský J.: Parametrizace a verifikace modelu MACROS pro kukuřici	509
Rec O., Starý M.: Simulační model vodohospodářské soustavy s optimalizací řízení odtoků vody z nádrží ve vztahu ke kvalitě vody v říční síti.....	517
Svobodová M., Šantrůček J.: Vliv alginátového preparátu S-90 na vzházení vybraných druhů trav.	525
Menkov N., Kochev Y.: Sorpční vlastnosti osiva vybraných odrůd tabáků	529

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

Moudrý J.: 16. konference ICC: Obilnářská věda – její příspěvek ke zdraví a prosperitě	496
--	-----

RECENZE

Čiamporová M.: S. Procházka, J. Šebánek a kol.: Regulátory rostlinného růstu.....	502
---	-----

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd – Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38 ● Sazba: Studio DOMINO – Ing. Jakub Černý, Bří Nejedlých 245, 266 01 Beroun, tel.: 0311/22 959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1998

Rozšiřuje Ústav zemědělských a potravinářských informací, referát odbytu, Slezská 7, 120 56 Praha 2