

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH

INFORMACÍ

OL. A. KUTHOVNA
11. 11. 1993. 14. 20. 30. 1993.

C. 3
PRAHA 1 - TESNOV 0. 56

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

7

ROČNÍK 39 (LXVI)
PRAHA 1993
CS ISSN 0370-663X

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD
SLOVENSKÁ AKADEMIA PŮDOHOSPODÁRSKYCH VIED

ROSTLINNÁ VÝROBA

PLANT PRODUCTION

VOLUME 39 (1993)

Redakční rada - Editorial Board

Předseda - Chairman

Doc. ing. Josef Š i m o n , CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové - Members

Doc. ing. Pavol B a j č i , CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Prof. dr. Márta B i r k á s (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)

Ing. Helena D o n á t o v á , CSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav F r i c , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Jozef H a b o v š t i a k , CSc. (Výskumný ústav lúk a pasienkov, pracovisko Krivá na Orave, SR)

Ing. Alois C h a l u p a , CSc. (Výzkumný ústav technických plodin a luskovin, Šumperk, ČR)

Ing. Bohdan J u r á n i , CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)

Prof. dr. Günter K a h n t (Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)

Prof. ing. Josef K o z á k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Prof. ing. Vladimír K r a j č o v i č (Výskumný ústav lúk a pasienkov, Banská Bystrica, SR)

Prof. ing. Lubomír M i n x , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Ing. Timotej M i š t i n a , CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)

Dr. Peter N e w b o u l d (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)

Ir. Cees v a n O u w e r k e r k (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gn, Nederland)

Ing. Josef P a ř í z e k (ZEA INVENT, a. s., Tmava, SR)

Ing. Jaromír P r o c h á z k a , CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)

Prof. ing. Stanislav P r o c h á z k a , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Brno, ČR)

Doc. ing. Vlastimil R a s o c h a , CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)

Prof. ing. Jozef R e p k a , DrSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Doc. ing. Ladislav S l a v í k , DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)

Doc. ing. Miron S u š k e v i č , DrSc. (Výzkumný ústav ekoagrotechniky, Hrušovany u Brna, ČR)

RNDr. Vladimír Š k r d l e t a , CSc. (Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha, ČR)

Prof. ing. Václav V a n ě k , DrSc. (Vysoká škola zemědělská, Praha, ČR)

Ing. Marie V á ň o v á , CSc. (Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž, ČR)

Ing. Jaroslav V o š k e r u š a , CSc. (Výzkumná stanice olejnin, Opava, ČR)

Doc. ing. František V r k o č , DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Prof. dr. hab. Kazimiera Z a w i ś l a k (Akademia Rolniczo-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka - Editor-in-Chief

RNDr. Eva S t ř í b r n á

INTERAKCE CYTOKININŮ A KYSELINY ABSCISOVÉ U OZIMÉ PŠENICE V OBDOBÍ PŘED ANTHEZÍ

V. Borkovec, S. Procházka, M. Lepík

Vysoká škola zemědělská, Brno

U ozimé pšenice odrůdy Košútka a Branka byl v období před anthesí sledován vliv N^6 -(*m*-hydroxybenzyl) adenosinu (HBA) na transport a distribuci ^{14}C -ABA a vliv HBA a fluridone na transport a distribuci ^{14}C -sacharózy a některé výnosotvorné prvky. Distribuce radioaktivity po aplikaci ^{14}C -ABA na listovou čepel naznačila, že vliv HBA na transport ABA do klasu byl v nepřímé závislosti na počtu obilek a jejich hmotnosti: u odrůdy Branka byl transport ^{14}C -ABA aplikací HBA inhibován při současně zjištěném vyšším počtu obilek v klasu, zatímco u odrůdy Košútka byl transport ^{14}C -ABA aplikací HBA stimulován při současně zjištěném nižším počtu obilek v klasu. Transport ^{14}C -sacharózy do obilek byl aplikací HBA ovlivněn u obou odrůd částečně. Výsledky naznačují, že u odrůd s rozdílným počtem obilek může reakce na exogenní ošetření cytokininy ovlivňovat transport ABA rozdílným způsobem a zvýšení transportu ABA do obilek může v období před anthesí vést k ovlivnění celkového počtu obilek.

Z prací zabývajících se vlivem fytohormonů na transport asimilátů u obilnin v období po anthesi je zřejmé, že studium pouze hladiny jednotlivých fytohormonů v obilkách v tomto období nemůže dát vyčerpávající odpověď na otázku, jakým způsobem by bylo možné regulovat prvky charakterizující vlastní výnos obilnin. Řada nepříznivých jevů jako např. vodní stres, deficience živin nebo redukce kapacity sinku je podle literárních údajů kauzálně spojena s hladinou fytohormonů (případně jejich transportem) v jiných částech rostlin, s jejich vodním režimem, a to v širších časových souvislostech (Quarrie, Jones, 1977; Beringer, 1986; Aulhammer et al., 1986).

Kyselina abscisová je v rostlinách biosyntetizována především ve starších listech, odkud může být transportována především floémem k sinkovým pletivům (Brenner et al., 1982). Na straně druhé však existují názory, že např. i obilky samotné mohou být zdrojem ABA (Dewdney, McWha, 1978).

Byl popsán vliv ABA na počet obilek i jejich hmotnost (Waters et al., 1984; Natt, Hofner, 1987; Reed, Singletary, 1989; Borkovec, Procházka, 1992) např. působením ABA na transport látek v rostlinách. Existují práce popisující inhibici (Tietz et al., 1981), ale i stimulaci některých dílčích pochodů translokačního procesu jako např. příjem sacharózy izolovanými pletivy rostlin (Tanner, 1980, Clifford et al., 1990). Inhibice transportu asimilátů může souviset i s ovlivňováním činnosti průduchů.

Hladinu ABA lze v rostlinách ovlivnit exogenně poměrně obtížně. Jedinou dosud používanou látkou je fluridone [1-metyl-3-fenyl-5(3-trifluorometyl/fenyl)-4(1H)-

-pyridinon], který při současné redukci hladiny ABA však inhibuje také biosyntézu karotenoidů.

Cytokiny obecně řazené k látkám stimulačního charakteru byly u obilnin popsány jako látky pozitivně ovlivňující téměř všechny výnosotvorné prvky; účinek popisují Michael, Behringer (1980). K účinkům, které mohou mít vztah k transportu asimilátů, patří i stimulace otevírání stomat cytokiny, a tím ovlivnění celého transpiračního proudu. Zdrojem cytokininů je především kořenový systém a bylo dokázáno, že v období před anthesí existuje v rostlinách ozimé pšenice jejich intenzivní transport do klasu (Borkovec et al., 1990). Interakce ABA s cytokiny při regulaci otevírání stomat již byla popsána u jiných rostlin (Blackman, Davies, 1984; Incoll, Jewer, 1986) a studium interakcí mezi ABA a cytokiny u ozimé pšenice v období před anthesí rovněž tento mechanismus účinku ABA v rostlinách naznačuje (Borkovec, Procházková, 1992).

Cílem předložené práce bylo zjistit, zda existuje bližší vztah mezi transportem ABA z místa její nejpravděpodobnější biosyntézy, tj. praportcovitého listu, inhibicí této biosyntézy pomocí fluridone a hladinou cytokininů na straně jedné a transportem asimilátů představovaných ^{14}C -sacharózou na straně druhé.

MATERIÁL A METODA

Pro pokus byly použity rostliny dvou odrůd ozimé pšenice, lišící se počtem obilek na klas a hmotností obilek. Odrůda Branka se vyznačuje vyšším počtem obilek a jejich nižší hmotností, zatímco odrůda Košutka se vyznačuje nižším počtem obilek a jejich vyšší hmotností. Rostliny byly předpěstovány v nádobkách o objemu 1 l umístěných v zemině. Ve stadiu sloupkování bylo započato u rostlin s periodickým odstraňováním odnoží, které pokračovalo i během vlastního experimentu. Vlastní pokusy probíhaly v období před anthesí, kdy se klas nacházel přibližně ve středu listové pochvy (fáze 10 - naduření listové pochvy).

V prvním experimentu byl sledován vliv ošetření rostlin postřikem $10^{-5} \text{ mol.l}^{-1} \text{ N}^6$ -(*m*-hydroxybenzyl)adenosin (HBA) na transport ^{14}C -ABA (výrobce Amersham, U.K., specifická radioaktivita $947 \text{ MBq.mmol.l}^{-1}$, radioaktivní koncentrace $1,48 \text{ KBq.}\mu\text{l}^{-1}$) aplikovaného pomocí mikrodávkače v množství $2 \times 4 \mu\text{l}$ na střed čepele prvního listu ošetřeného 0,5% roztokem smáčedla Tween. Po translokační periodě 48 h byly rostliny rozděleny na jednotlivé části a uloženy do dalšího zpracování při teplotě -25°C . Před vlastní radioanalýzou byly jednotlivé části rostliny usušeny při teplotě 105°C a radioaktivita byla stanovena po spálení v proudu kyslíku technikou kapalně scintilace pomocí kapalinového scintilačního spektrometru PACKARD 2000 CA. Výsledky byly přepočteny na jednotku hmotnosti sušiny a z celkově zjištěné radioaktivity v rostlině stanovena její relativní distribuce do jednotlivých částí rostliny. Chyba experimentu je charakterizována střední chybou průměru.

V druhém experimentu byl u stejných odrůd ozimé pšenice sledován vliv aplikace HBA a inhibitoru biosyntézy ABA (fluridone) na transport ^{14}C -sacharózy ve vztahu k některým výnosotvorným prvkům.

HBA byl aplikován formou postřiku v koncentraci 10^{-5} mol.l⁻¹ na celou rostlinu, fluridone v koncentraci 10 mg.l⁻¹, rovněž formou postřiku. ¹⁴C-sacharóza byla aplikována pomocí mikrodávkače v množství 2 x 4 µl na střed čepele prvního listu ošetřeného 0,5% roztokem smáčedla Tween v těchto intervalech: 5 dní před anthesí, 5 dní po anthesi a 10 dní po anthesi. Po dalších 5 dnech, tj. 15 dní po anthesi, byly rostliny rozděleny na jednotlivé části a uloženy do dalšího zpracování při teplotě -25 °C. Vlastní radioanalýza a početní zpracování probíhaly popsáním způsobem. Experimenty byly realizovány vždy s 15 rostlinami, údaje v diagramech reprezentují aritmetický průměr charakterizovaný střední chybou průměru.

VÝSLEDKY A DISKUSE

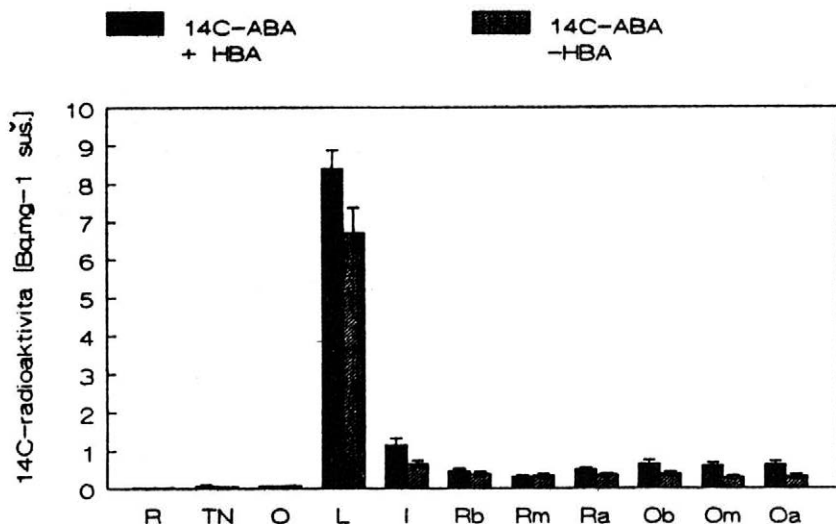
Transport ¹⁴C-ABA a distribuce u odrůd Branka a Košútka pod vlivem HBA po aplikaci ¹⁴C-ABA na list jsou uvedeny na obr. 1 a 2, transport ¹⁴C-sacharózy a distribuce pod vlivem HBA a fluridone po aplikaci ¹⁴C-sacharózy na list na obr. 3 a 4, vliv těchto ošetření ve stejném experimentálním uspořádání na počet obilek a jejich hmotnost u uvedených odrůd na obr. 5 a 6.

Z diagramu na obr. 1 je zřejmé, že transport ¹⁴C-radioaktivity po aplikaci ¹⁴C-ABA na listovou čepel prvního listu je převážně směrem akropetálním a internodium pod klasem a všechny analyzované části klasu akumulovaly významná množství ¹⁴C-radioaktivity. Z porovnání obou odrůd je zřejmé, že zatímco kontrolní hodnoty distribuce radioaktivity jsou u obou odrůd podobné, vliv HBA na distribuci ¹⁴C-radioaktivity se projevil u obou odrůd diametrálně odlišně. U odrůdy Košútka došlo k průkazné stimulaci transportu radioaktivity do všech částí klasu. Vyjádřeno v procentech klas odrůdy Košútka atrahoval přibližně o 100 % radioaktivity více než u odrůdy Branka. Znamená to tedy, že reakce různých odrůd na aplikaci HBA by se mohla projevit i v odlišné schopnosti transportovat ¹⁴C-ABA.

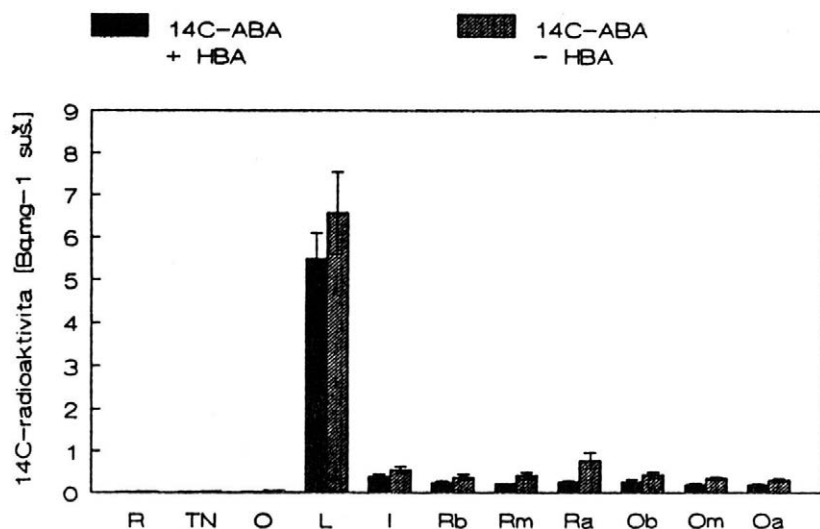
Při sledování vlivu HBA a inhibitoru biosyntézy ABA (fluridone) na transport ¹⁴C-sacharózy se ukázalo (obr. 3 a 4), že HBA zvýšil transport radioaktivity do obilek u obou odrůd a u odrůdy Branka i do prvního internodia. Podobně jako po aplikaci ¹⁴C-ABA i v případě ¹⁴C-sacharózy byl pozorován intenzivní transport radioaktivity především do apikálních částí rostliny. Vliv fluridone na transport radioaktivity do internodia a jednotlivých částí klasu nebyl jednoznačný.

Při posuzování jednotlivých výnosotvorných prvků bylo však zjištěno (obr. 5 a 6), že ošetření jak HBA, tak fluridone výrazně ovlivnilo u obou odrůd jak počet obilek, tak jejich hmotnost: ošetření HBA vedlo ke zvýšení počtu obilek i jejich hmotnosti u odrůdy Branka, zatímco u odrůdy Košútka byl pozorován pouze pozitivní vliv HBA na jejich celkovou hmotnost a počet obilek byl poněkud redukován. Fluridone se projevil z hlediska sledovaných znaků u obou odrůd inhibičně.

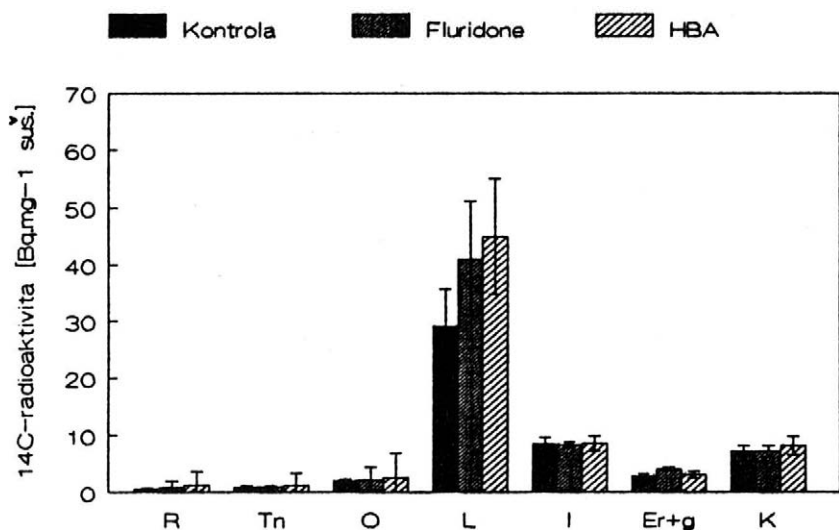
Z porovnání údajů o transportu ¹⁴C-ABA a ¹⁴C-sacharózy u obou odrůd vyplývá, že u odrůdy Branka došlo aplikací HBA k redukci transportu ABA do jednotlivých částí klasu. Tato odrůda se však v dalším experimentu vyznačovala po aplikaci HBA o stejné koncentraci zvýšením počtu obilek. Naopak u odrůdy Košútka HBA způsobil zvýšení transportu ABA do klasu při současné redukci počtu obilek. Není zřejmé, zda jde o odlišný mechanismus transportu u obou sledovaných odrůd, neboť



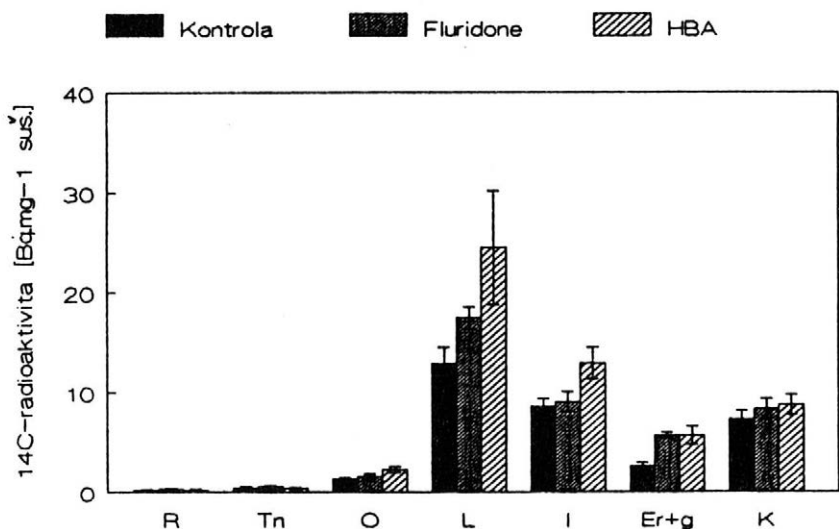
1. Vliv HBA na transport $^{14}\text{C-ABA}$ z praporcovitého listu ozimé pšenice odrůdy Košútka v období 7 dní před anthesí (význam symbolů: R - kořeny, TN - odnožovací uzlina, O - ostatní části rostliny pod praporcovitým listem, L - praporcovitý list, I - internodium, R_b, R_m, R_a - větveno - bazální, mediální a apikální část, O_b, O_m, O_a - ostatní části klasu z úseku bazálního, mediálního a apikálního) - The effect of HBA on the $^{14}\text{C-ABA}$ transport from flag leaf of cv. Košútka in the period 7 days prior to anthesis (explanation of symbols: R - roots, TN - tillering node, O - other vegetative parts below flag leaf, L - flag leaf, I - internode, R_b, R_m, R_a - rachis - basal, medial and apical parts, O_b, O_m, O_a - other parts of the ear - basal, medial and apical sections)



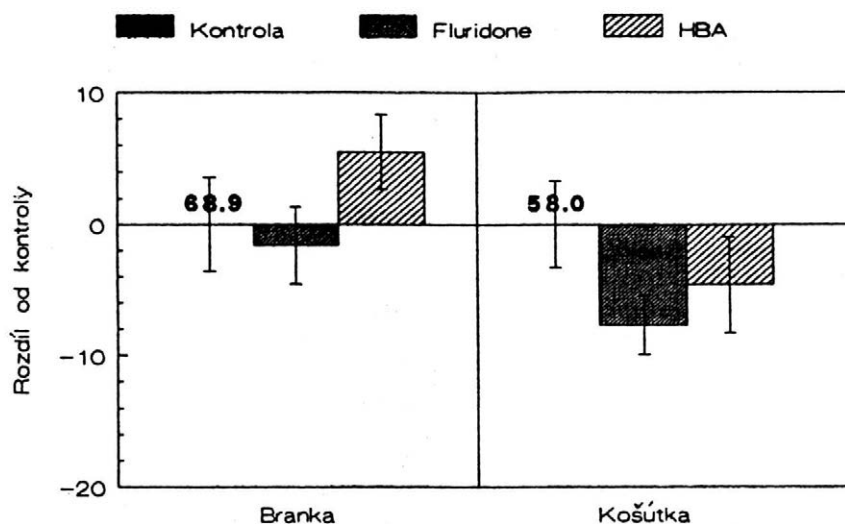
2. Vliv HBA na transport $^{14}\text{C-ABA}$ z praporcovitého listu ozimé pšenice odrůdy Branka v období 7 dnů před anthesí (symboly - obr. 1) - The effect of HBA on the transport of $^{14}\text{C-ABA}$ from flag leaf of cv. Branka in the period 7 days prior to anthesis (the symbols - Fig. 1)



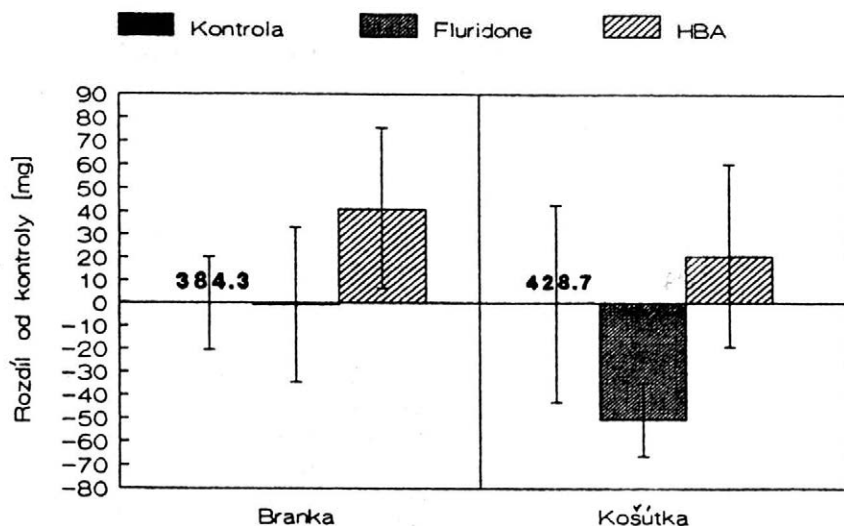
3. Vliv aplikace HBA a fluridone v období 7 dnů před anthesí na transport ^{14}C -sacharózy z praporcovitěho listu ozimé pšenice odrůdy Košútka v období tvorby obilek (význam symbolů: Er+g - klas (vřeteno + pluchy), K - obilky, ostatní symboly - obr. 1) – The effect of HBA and applications in the period 7 days prior to anthesis on the transport of ^{14}C -sucrose from flag leaf of cv. Košútka in the period of kernel formation (explanation of symbols: Er+g - ear (rachis and glumes), K - kernels, the other symbols - Fig. 1)



4. Vliv aplikace HBA a fluridone v období 7 dnů před anthesí na transport ^{14}C -sacharózy z praporcovitěho listu ozimé pšenice odrůdy Branka v období tvorby obilek (význam symbolů: Er+g - klas (vřeteno + pluchy), K - obilky, ostatní symboly - obr. 1) – The effect of HBA and applications in the period 7 days prior to anthesis on the transport of ^{14}C -sucrose from flag leaf of cv. Branka in the period of kernel formation (explanation of symbols: Er+g - ear (rachis and glumes), K - kernels, the other symbols - Fig. 1)



5. Vliv HBA a fluridone aplikovaných v období 7 dní před anthesí na počet obilek v klasu ozimé pšenice odrůd Košťutka a Branka – The effect of HBA and fluridone application in the period 7 days prior to anthesis on the number of kernels in the ear of winter wheat cvs Košťutka and Branka



6. Vliv HBA a fluridone aplikovaných v období 7 dní před anthesí na hmotnost obilek v klasu ozimé pšenice odrůd Košťutka a Branka – The effect of HBA and fluridone application in the period 7 days prior to anthesis on the mass of kernels in the ear of winter wheat cvs Košťutka and Branka

se předpokládá, že ABA je transportována u rostlin především floémem, tedy stejným pletivem jako sacharóza - hlavní asimilační cukr (Brenner et al., 1982). Pokud zjištěná radioaktivita reprezentuje tok endogenní ABA, je možné, že došlo k interakci obou sledovaných látek již na úrovni samotného donorového listu, a není vyloučeno, že exogenní HBA ovlivnil u obou odrůd rozdílně poměr mezi endogenní hladinou ABA a cytokininy. Rovněž interakce na úrovni činnosti průduchů popsané pro ABA a cytokininy (Blackman, Davies, 1984) mohou zasáhnout do regulace exportu látek z listu.

Přes tento poněkud nejasný mechanismus účinku se však zdá, že u odrůdy Košítko dochází pod vlivem ke stimulaci toku ^{14}C -ABA do klasu, a za předpokladu, že došlo k podobnému působení i v experimentu, ve kterém byly sledovány některé výnosotvorné prvky, vedla výsledná hladina ABA v systému list/klas k negativnímu ovlivnění počtu i hmotnosti obilí v klasu. Aplikace fluridone prokázala, že celkové inhibiční působení této látky má významnější úlohu než případné ovlivnění hladiny ABA jako takové a ukazuje mj. na souvislost celého systému s funkcí biosyntézy pigmentů v tomto období rozhodujícím pro formování výnosu obilnin. Ze studia hladiny ABA v různých částech rostliny ozimé pšenice v období před anthesí (Borkovec, Procházka, nepubl.) vyplývá, že hladina ABA je v listech v období před anthesí vyšší než v samotném klasu a lze tedy očekávat, že koncentrační spád bude orientován směrem ke klasu. Zásahy do tohoto systému s cílem ovlivnit hladinu ABA v sinku samotném však narážejí na schopnost rostliny kompenzovat na základě integrity i tyto pokusy, jak uvádějí např. Spollen et al. (1986) a Ma et al. (1990). Z předložených výsledků je zřejmé, že v dané fázi vývoje může reakce rostliny na fytohormonální ošetření souviset s meziodrůdovými rozdíly v endogenní hladině ABA, případně cytokininů a s možnostmi jejich endogenní regulace.

Literatura

- AUFHAMMER, W. - ZINSMAYER, P. - BANGERTH, F.: Variation of dry matter accumulation at definite positions within wheat ears and levels of indole-3yl acetic acid (IAA). *Pl. Growth Regul.*, 4, 1986, s. 305-310.
- BERINGER, H.: Interrelations of plant growth substances. Mineral nutrition and crop yield. In: BOPP, M. (ed.): *Plant growth substances 1985*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag 1986, s. 399-403.
- BLACKMAN, P. G. - DAVIES, W. J.: Age related changes in stomatal response to cytokinins and abscisic acid. *Ann. Bot.*, 54, 1984, s. 121-125.
- BORKOVEC, V. - PROCHÁZKA, S.: Pre-anthesis interaction of cytokinins and ABA in the transport of ^{14}C -sucrose to the ear of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, 169, 1992, s. 229-235.
- BORKOVEC, V. - PROCHÁZKA, S. - IBRAHIM, M. L.-D.: Transport of ^{14}C -sucrose and ^{14}C -benzyl adenine in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in the pre-anthesis period. *J. Agron. Crop Sci.*, 165, 1990, s. 217-223.
- BRENNER, M. L. - HEIN, M. B. - SCHUSSLER, J. - DALE, J. - BRUN, W. A.: Coordinate control: the involvement of abscisic acid, its transport and metabolism. In: WAREING, P. F. (ed.): *Plant Growth Substances*. New York, Academic Press 1982, s. 343-352.

- CLIFFORD, P. E. - ROSS, G. S. - Mc WHA, J. A.: Why are the effects of abscisic acid on photosynthate unloading so variable? A possible answer from a source-limited experimental system. *J. Pl. Physiol.*, 137, 1990, s. 151-154.
- DEWDNEY, S. J. - Mc WHA, J. A.: The metabolism and transport of abscisic acid during grain fill in wheat. *J. Exp. Bot.*, 113, 1978, s. 1299-1308.
- INCOLL, L. D. - JEWER, P. C.: Cytokins and the water relations of whole plants. *Brit. Pl. Growth Regul. Group, Monogr.*, 14, 1986, s. 85-97.
- MA, Y.-Z. - Mac KOWN, C. T. - SANFORD, D. A. Van: Sink manipulation in wheat: Compensatory changes in kernels size. *Crop. Sci.*, 30, 1990, s. 1099-1105.
- MICHAEL, G. - BERINGER, H.: The role of hormones in yield formation. *Physiol. Asp. Crop. Product. Proc. 15th Colloq. Inst. Bern*, 1980, s. 807-817.
- NATT, C. - HÖFFNER, W.: Einfluss exogen veränderter „source-sink“ Beziehung auf die Anzahl der Endospermzellen und die Kornentwicklung bei Sommerweizen. *E.B.Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkde.*, 150, 1987, s. 81-85.
- QUARRIE, S. A. - JONES, H. G.: Effects of abscisic acid and water stress on development and morphology of wheat. *J. Exp. Bot.*, 28, 1977, s. 192-203.
- REED, A. J. - SINGLETARY, G. W.: Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion. *Pl. Physiol.*, 91, 1989, s. 986-992.
- SPOILLEN, W. G. - WIEBOLD, W. J. - GLENN, S.: Effect of altered intraceme competition on carbon-14-labelled assimilate and abscisic acid in soybean. *Crop. Sci.*, 26, 1986, s. 1216-1219.
- TANNER, W.: On the possible role of ABA in phloem unloading. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 93, 1980, s. 349-351.
- TIETZ, A. - LUDWIG, M. - DINGKUHN, M. - DÖRFFLING, K.: Effect of abscisic acid on the transport of assimilates in barley. *Planta*, 152, 1981, s. 557-561.
- WATERS, S. P. - MARTIN, P. - LEE, B. T.: The influence of sucrose and abscisic acid on the determination of grain number in wheat. *J. Exp. Bot.*, 35, 1984, s. 829-840.

Došlo 21. 1. 1993

BORKOVEC, V. - PROCHÁZKA, S. - LEPÍK, M. (University of Agriculture, Brno):
Interaction of cytokinins and abscisic acid in winter wheat in the period prior to anthesis.
Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 561-569.

The effect of N⁶-(*m*-hydroxybenzyl) adenosine (HBA) on the transport and distribution of flag-leaf-applied ¹⁴C-ABA in winter wheat Košútka and Branka in the period prior to anthesis was followed as well as the effect of HBA and inhibitor of ABA biosynthesis - fluridone on the transport and distribution of ¹⁴C-sucrose (applied throughout the whole experiments in week intervals) and some yield components as the number and mass of kernels.

The distribution of radioactivity after the ¹⁴C-ABA application suggested, that the transport of ABA into the ear under the effect of 10⁻⁵ mol.l⁻¹ HBA was inversely related to the number of kernels and their mass: in the cv. Košútka the transport of ¹⁴C-ABA was stimulated (Fig. 1), whilst the number of kernels in the ear was found to be lower (Fig. 5). In the cultivar Branka the transport of ¹⁴C-ABA was inhibited by HBA application (Fig. 2), but the number of kernels and their mass was higher in this cultivar (Figs 5 and 6).

The transport of ^{14}C -sucrose into the kernels was influenced by the application of HBA more in the Branka cv. (i.e. cv. where the effect of HBA on the number and mass of kernels was more expressive) than in the cv. Košútka (Figs 3 and 4). The results suggest that in cultivars with a different number of kernels the exogenous application of cytokinins could influence the transport of ABA in a different manner and the increase of the transport of ABA into the ear in the pre-anthesis period could influence the total (final) number of kernels.

The data on the effect of HBA on the transport of ^{14}C -sucrose correspond with earlier findings (e.g. B o r k o v e c , P r o c h á z k a , 1992) regarding the relation of number and mass and the effect of cytokinins on these traits in the period prior to anthesis.

Kontaktní adresa:

Doc. ing. Vladimír B o r k o v e c , CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1,
613 00 Brno

ERRATA

Omlouváme se autorům i čtenářům za chybu v popisu k obr. 1 na s. 304 v čísle 4/1993 v článku: M. Doktorová, D. Sedláková - Analýza vlivu přírodních podmínek na úroveň výnosů hlavních plodin v povodí horní Lužnice; uvádíme správné znění textu včetně chybějících vysvětlivek.

We would like to apologize to authors and readers for an error in the description to Fig. 1 on page 304 in the issue 4/1993 in the article as follows: M. Doktorová, D. Sedláková - The analysis of the effect of natural conditions on the level of major crops in the upper basin of the river Lužnice; we give a correct wording of the text including missing explanations.

1. Povodí horní Lužnice - mapa geologicko-petrografických substrátů - The upper basin of the river Lužnice - the map of geological and petrographic substrates
okres - district státní hranice - state boundaries
měřítka - measure hranice okresů - boundary of districts

	Biotitické a silimaniticko-biotitické pararuly Biotitic and silimanitico-biotitic paragneisses
	Biotitické až muskoviticko-biotitické ortoruly Biotitic to muscovite-biotitic orthogneisses
	Cordieritické ruly Cordieritic gneisses
	Dvojslídny granit (Mrákotínský typ) Two-mica granite (Mrákotín type)
	Jíly a písky (třetihory) Clays and sands (Tertiary period)
	Pískovce a jílovce Klikovského souvrství (druhohory) Sandstones and Claystones of Klikovice series of strata (Second area)
	Rašeliny Peats
	Granity až granodiority (Číměřský typ) Granites to granodiorites (Číměřice type)
	Dvojslídny granit až adamelit (Landštejnský typ) Two-mica granite to adamelite (Landštejn type)
	Granulity až granulitové ruly Granulites to granulite gneisses
	Amfibolity Amphibolites

FYZIOLOGICKÉ A STRUKTURNÍ CHARAKTERISTIKY GENOVÝCH ZDROJŮ PŠENICE S VYŠŠÍ AKUMULAČNÍ KAPACITOU KLASU

Z. Nátrová¹, E. Kostkanová¹, M. Škorpík¹, J. Smoček²

¹ Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

² Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

Bylo hodnoceno sedm genových zdrojů pšenice s vyšší akumulací klasu, donorů genů fertility klasu (SFG) s normálním morfotypem klasu (NS). V porovnání s kontrolní odrůdou Hana byla u genových zdrojů zvýšena hmotnost obilek klasu o 17 až 120 %. Toto zvýšení bylo průkazně podmíněno vyšším počtem obilek v klasu. Pro všechny genové zdroje je charakteristický typ klasu s vyšším počtem obilek v klásku. Od kontrolní odrůdy se genové zdroje liší rovněž delším klasem, větší šířkou i specifickou hmotností internodia pod klasem, vyšší kapacitou vodivých cest, hmotností sušiny praporcového listu a s výjimkou NS 16 i delším stéblem. V době kvetení a ve zralosti měly genové zdroje průkazně vyšší hmotnost sušiny stébla i klasu, ale sklizňový index (SI) byl obdobný jako u kontroly nebo i nižší. Zvýšení produktivity klasu při stejném nebo nižším SI může souviset s větší tvorbou celkové biomasy a vyšším transportem asimilátů do klasu v době před kvetením. Zdroje SFG s klasem typu NS se pro pozdnější dobu kvetení, menší odnožování a větší citlivost k nízkým teplotám nemohou uplatnit jako komerční odrůdy. Mohou však být využity jako nové zdroje ve šlechtitelských programech ke zvýšení akumulacího potenciálu klasu.

V porovnání se staršími odrůdami mají mnohé moderní odrůdy pšenice kratší stéblo, méně odnoží a větší sklizňový index. Produkují obdobné množství biomasy, avšak výnos je průkazně vyšší, poněvadž se změnilo dělení sušiny mezi vegetativní a reprodukční struktury (B e l f o r d , S e d g l e y , 1991). Tyto změny byly dosaženy zejména inkorporací genů zakrslosti z Norin-10 do dobrého genetického pozadí. Další skupinu materiálů představují zdroje s geny fertility klasu (spike fertility gene - SFG), které by také mohly přispět ke zlepšení akumulacího potenciálu klasu. Ve VÚO Kroměříž je shromážděna účelová kolekce genových zdrojů SFG pšenice. Při hodnocení sbírky byly postupně vybrány genové zdroje, které proti rajónovaným odrůdám vykázaly vyšší produktivitu klasu (S m o č e k , 1987, 1990). V roce 1987 a 1988 byla část vzorků předána do VÚRV Praha-Ruzyně ke zhodnocení v daných půdně klimatických podmínkách.

Cílem práce bylo stanovit u nových genových zdrojů SFG v porovnání s rajónovanou odrůdou rozdíly v morfologicko-anatomických strukturách a jejich možnou souvislost s tvorbou vyššího akumulacího potenciálu klasu.

V roce 1988 až 1991 byly hodnoceny zdroje s geny fertility klasu, které byly vysety na polních parcelách VÚRV Praha-Ruzyně ve sponu 3,75 x 12 cm. Kontrolní odrůdou byla odrůda Hana.

Podle typu klasu hlavního stébela byly vyříděny genové zdroje do skupin (S m o - č e k , 1987): TSS (Tetrastichon sessile spikelets) s dvěma až třemi horizontálně rozloženými klásky na jednom nodu klasového větvení, TFS (Transitional forms spikelets) jako přechodné formy, IRS (Indeterminate rachilla spikelets) s prodlouženými kláskovými větvenky, VSS (Vertical sessile spikelets) s dvěma až třemi vertikálně přisedlými klásky na jednom nodu klasového větvení a NS (Normal spikelets). Tento typ klasu je standardní s jedním kláskem na každém nodu klasového větvení, avšak buď s vyšším počtem klasových nodů, nebo s vyšším počtem obilek v klásku.

Ve všech pokusných letech nebo ve dvou posledních se uchovaly klasy typu IRS, VSS a NS. V předložené práci jsou podrobněji vyhodnoceny genové zdroje s typem klasu NS, které dosahovaly nejlepší produktivity klasu. V hodnoceném souboru jsou genové zdroje: NS 16, NS 25, NS 26, NS 21, NS 20, NS 5, NS 8 a kontrolní odrůda Hana.

Sledované charakteristiky

K vyhodnocení akumulární kapacity klasu hlavního stébela byla stanovena: délka klasu, počet fertálních klásků, počet obilek v klasu i klásku, hmotnost obilek klasu a hmotnost obilky.

Ze strukturních charakteristik stébela byla v době zralosti hodnocena délka stébela, délka a specifická hmotnost prvního internodia pod klasem, šířka prvního internodia, počet svazků cévních a plocha svazků cévních i floemu na příčném řezu prvního internodia 1 cm pod klasem; postup anatomických analýz popisuje N á t r o v á (1987).

V době zralosti byla rovněž stanovena hmotnost sušiny celého stébela, hmotnost sušiny klasu a odvozené hodnoty: procento hmotnosti klasu z celkové hmotnosti sušiny stébela a sklizňový index (podíl hmotnosti sušiny obilek klasu z celkové hmotnosti sušiny stébela).

U dvou genotypů NS lišících se délkou stébela a u kontrolní odrůdy byla stanovena hmotnost sušiny celého stébela v době založení terminálního klásku (dále TK) na vzrostném vrcholu stébela a všech nadzemních orgánů v době kvetení.

U genových zdrojů byla také zjišťována přítomnost genů zakrslosti na základě aplikace giberelinu a detekce necitlivosti na GA₃. Testování rostlin na reakci ke GA₃ bylo provedeno postupem, který zpracovali Š k o r p í k et al. (1989).

Dále byla u genových zdrojů vyhodnocena kvalita zrna podle šesti ukazatelů: 1. procentuální obsah hrubých bílkovin, 2. mikrosedimentační hodnota škrobu (ml), 3. obsah mokrého lepku v mouce (%), 4. bobtnavost mokrého lepku (ml), 5. pekařská hodnota (body) podle Prugara, 6. tažnost lepku (cm). Metodické postupy stanovení uvedených ukazatelů podrobně popsali K o s t k a n o v á et al. (1989).

VÝSLEDKY

U zdrojů genů fertility klasu (SFG) pšenice s normálním morfotypem klasu (NS) byla v porovnání s kontrolní odrůdou zvýšena hmotnost obilek klasu o 17 až 120 %, což bylo podmíněno průkazně vyšším počtem obilek v klasu (tab. I). Všechny genové zdroje mají delší klas, který má v porovnání s kontrolou delší internodia klasového větve a u zdrojů NS 21, NS 5 a NS 8 i větší počet internodií klasového větve, tzn. i vyšší počet klásků.

Stanovené složky produktivity klasu prokazují, že pro všechny genové zdroje NS je charakteristický typ klasu s vyšším počtem obilek v klásku. Zvýšení počtu obilek

I. Produktivita klasu a její složky u genových zdrojů pšenice (hodnota $\pm$ standardní chyba průměru) – Spike productivity and its components in wheat gene sources (value $\pm$ standard error of mean)

Standardní odrůda ¹ Genové zdroje ²	Délka klasu ³ (cm)	Hmotnost obilek klasu ⁴ (g)	Počet fertálních klásků ⁵	Počet obilek v ⁶		Hmotnost obilky ⁹ (mg)
				klasu ⁷	klásku ⁸	
Hana	12,2	2,96	21,5	59,7	2,79	49,5
	0,22	0,06	0,41	0,78	0,03	0,69
NS 16	14,5++	3,50++	21,3	78,3++	3,66++	44,7++
	0,41	0,15	0,43	2,73	0,07	1,30
NS 25	14,3++	4,30++	21,3	77,7++	3,67++	55,5
	0,29	0,25	0,84	2,84	0,13	3,18
NS 26	14,7++	6,52++	21,9	130,0++	5,95++	50,1
	0,34	0,19	0,37	1,97	0,10	1,23
NS 21	15,2++	4,47++	22,7+	81,0++	3,57++	54,9+
	0,37	0,24	0,43	3,81	0,06	2,01
NS 20	15,3++	4,26++	22,0	80,3++	3,65++	53,0
	0,31	0,15	0,69	3,34	0,10	1,58
NS 5	14,1++	3,81++	23,0+	74,6++	3,24++	51,0
	0,42	0,19	0,57	3,19	0,09	1,40
NS 8	13,4++	3,45++	22,9+	81,6++	3,59++	42,3++
	0,16	0,14	0,39	1,29	0,05	1,44

Je vyznačena statisticky průkazná (+) nebo vysoce průkazná (++) hodnota rozdílů příslušného genového zdroje vzhledem ke kontrolnímu genotypu Hana – Statistically significant (+) or highly significant (++) value of differences of respective gene source is marked with respect to the control genotype Hana

¹standard cultivar, ²gene sources, ³spike length, ⁴spike caryopsis weight, ⁵number of fertile spikelets, ⁶number of spikelets per, ⁷spike, ⁸spikelet, ⁹caryopsis weight

v klásku proti kontrole dosahuje 16 až 113 %, zatímco zvýšení počtu klásků u zdrojů NS 21, NS 5 a NS 8 dosahuje jen 5 až 7 %.

Mezi kontrolní odrůdou Hana a genovými zdroji NS byly také stanoveny rozdíly v morfologických a anatomických strukturách stébela (tab. II). Zdroje NS měly průkazně delší první internodium stébela a větší specifickou hmotnost i šířku. Pouze zdroj NS 8 s nejdelším stéblem neprokázal změny v těchto charakteristikách. Anatomická analýza dále prokázala zvýšení plochy svazků cévních i floému na příčném řezu internodia ve vzdálenosti 1 cm pod klásem.

V době zralosti měly genové zdroje s výjimkou NS 16 průkazně delší stéblo než kontrolní odrůda Hana (tab. III). Všechny zdroje včetně NS 16 měly větší hmotnost sušiny stébela i klasu. Transport asimilátů do klasu i sklizňový index se však snižuje u genových zdrojů s délkou stébela od 90 do 100 cm.

II. Morfologické a anatomické charakteristiky prvního internodia pod klásem genových zdrojů pšenice (hodnota $\pm$ standardní chyba průměru) – Morphological and anatomical characteristics of the peduncle of gene sources of wheat (value $\pm$ standard error of mean)

Standardní odrůda ¹ Genové zdroje ²	Délka ³ (cm)	Specifická hmotnost ⁴ (g·cm ⁻¹)	Šířka ⁵ (mm)	Počet svazků cévních ⁶	Plocha svazků cévních ⁷ (μm^2)	Plocha floému ⁸ (μm^2)
HANA	22,4	11,4	2,77	29,5	360 301	60 207
	1,29	0,75	0,04	0,65	13 620	1 214
NS 16	31,5++	15,2++	2,91+	29,3	410 224+	65 193++
	1,30	0,54	0,03	0,33	14 812	1 460
NS 25	36,1++	14,8+	3,11+	30,2	439 514++	63 994+
	2,31	0,99	0,10	0,99	19 821	1 817
NS 26	34,1++	36,3++	2,95+	30,1	575 166++	74 754++
	0,48	1,92	0,03	0,78	29 812	2 905
NS 21	36,3++	15,2++	3,12+	31,8+	486 450++	79 304++
	1,49	0,96	0,11	0,65	20 213	4 754
NS 20	40,7++	17,0++	3,06++	29,2	459 954++	81 360++
	2,61	0,63	0,04	0,52	13 102	5 163
NS 5	36,0++	14,5++	3,07++	30,6+	414 441+	67 473++
	1,28	0,77	0,06	0,24	14 585	2 710
NS 8	46,9++	12,2	2,81	30,2	436 288++	66 561+
	1,05	0,36	0,04	0,36	9 875	2 080

¹standard cultivar, ²gene sources, ³length, ⁴specific weight, ⁵width, ⁶number of vascular bundles, ⁷area of vascular bundles, ⁸area of phloem

V průběhu vegetace byla sledována tvorba sušiny u dvou zdrojů NS s odlišnou délkou stébla. Mezi kontrolou a oběma zdroji NS nebyly zjištěny rozdíly v hmotnosti sušiny stébla v době vytvoření terminálního klásku na vzrostném vrcholu, tj. na konci období tvorby klasu (tab. IV). V době kvetení byly již stanoveny průkazné rozdíly v hmotnosti sušiny stébla u obou zdrojů NS proti kontrole. Toto je podmíněno zejména větší hmotností sušiny praporcevého a druhého listu pod klásem a samotného klasu. V období od vytvoření terminálního klásku do kvetení se zvětšil zejména transport asimilátů do klasu. Zatímco u kontroly byl transport asimilátů do klasu 20%, u NS 16 dosáhl 27 % a u NS 20 23 %.

U genových zdrojů byla zjišťována citlivost klíčnicích rostlin na GA₃. Ze souboru sledovaných zdrojů prokázal necitlivost na giberelin, a tím přítomnost genu zakrslosti, zdroj NS 21.

III. Délka stébla a charakteristiky hmotnosti sušiny stébla genových zdrojů pšenice (hodnota ± standardní chyba průměru) – The stem length and characteristics of stem dry mass of gene sources of wheat (value ± standard error of mean)

Standardní odrůda ¹ Genové zdroje ²	Délka stébla ³ (cm)	Hmotnost sušiny stébla ⁴ (g)	Hmotnost sušiny klasu ⁵		SI ⁶ (%)
			g	% z hmotnosti stébla ⁷	
Hana	73,4	5,96	3,84	64	49,7
	1,07	0,21	0,15		
NS 16	76,3	7,09++	4,50+	63	49,4
	1,51	0,24	0,18		
NS 25	82,2++	8,27++	5,25++	63	52,0
	1,04	0,42	0,32		
NS 26	82,1++	12,42++	9,00++	72	52,5
	1,49	0,44	0,35		
NS 21	89,3++	9,54++	5,73++	60	46,9
	3,66	1,04	0,62		
NS 20	90,8++	8,83++	5,46++	62	48,2
	3,19	0,32	0,21		
NS 5	95,9++	7,97++	4,74++	59	47,8
	2,20	0,36	0,22		
NS 8	103,7++	7,22++	4,34+	60	47,8
	1,75	0,21	0,15		

¹standard cultivar, ²gene sources, ³stem length, ⁴stem dry mass, ⁵spike dry mass, ⁶harvest index, ⁷% from stem weight

Kvalita zrna genových zdrojů NS byla hodnocena několika ukazateli. Obsahem bílkovin odpovídají zdroje NS 26 a NS 8 podle klasifikátoru (B a r e š et al., 1985) odrůdám řazeným do skupiny se středním obsahem hrubých bílkovin v sušině zrna (14,4 a 14,7 %) a ostatní zdroje NS včetně kontroly odrůdám řazeným do skupiny s vysokým obsahem hrubých bílkovin (15,3 až 17,6 %).

Kontrolní odrůda Hana má dobrou pekařskou kvalitu, což dokládá množství mokrého lepku v mouce (35 %) a jeho bobtnavost (13 ml). Srovnatelné ukazatele kvality mouky vykázaly i genové zdroje NS 20 (33 % mokrého lepku v mouce a bobtnavost odpovídající 10 ml), NS 25 (41 %, 10 ml) a NS 16 (33 %, 12 ml).

DISKUSE

Zdroje genů fertility klasu (SFG) pšenice s typem klasu NS měly v porovnání s kontrolní odrůdou Hana vyšší akumulaci kapacitu klasu. Rovněž je pro ně charakteristické s výjimkou NS 16 delší stéblo a u všech zdrojů NS pak větší délka klasu, šířka i specifická hmotnost internodia, kapacita vodivých cest, hmotnost sušiny posledních listů i klasu a počet obilek v klasu. Již v předchozí práci (N á t r o - v á , M l a d í č o v á , 1991) jsme prokázali a obdobně i R a s m u s s o n (1991) u ječmene, že genotypy s větším průměrem stébla měly více obilek v klasu než genotypy s menším průměrem stébla. R a s m u s s o n (1991) také předpokládá

IV. Hmotnost sušiny stébla v době založení terminálního klásku a všech nadzemních orgánů v době kvetení (hodnota $\pm$ standardní chyba průměru) – Stem dry mass in the period of the initiation of the terminal spikelet and all above-ground organs in the time of anthesis (value $\pm$ standard error of mean)

Standardní odrůda ¹	Hmotnost sušiny celého stébla v době založení terminálního klásku ³ (g)	Hmotnost sušiny v době kvetení ⁴ (g)					
		celého stébla ⁵	praporečného listu ⁶	druhého listu pod kláskem ⁷	všech listů ⁸	internodií a pochev ⁹	klasu ¹⁰
Hana	1,10	3,11	0,17	0,13	0,48	2,01	0,63
	0,06	0,15	0,01	0,01	0,02	0,09	0,04
NS 16	1,23	4,03+	0,27++	0,18++	0,65++	2,29	1,09++
	0,18	0,30	0,02	0,01	0,04	0,19	0,08
NS 20	1,22	4,22+	0,22+	0,16+	0,54+	2,30	1,38++
	0,09	0,37	0,02	0,01	0,03	0,15	0,12

¹ standard cultivar, ² gene sources, ³ dry mass of whole stem in time of the initiation of the terminal spikelet, ⁴ dry mass in time of anthesis, ⁵ whole stem, ⁶ flag leaf, ⁷ second leaf below spike, ⁸ all leaves, ⁹ internodes and sheaths, ¹⁰ spike

možné zvýšení produktivity klasu se zvětšením průměru stébla, velikosti listů, klasu a vegetativní biomasy.

Zdroje NS měly nejen vyšší hmotnost obílek klasu, ale i vyšší hmotnost sušiny stébla a klasu, avšak hodnoty sklizňového indexu (SI) jsou obdobné jako u kontrolní odrůdy nebo i nižší. Jak uvádějí Snyder, Carlson (1984), může být zvýšení výnosu dosaženo při stejném SI zvýšením biologického výnosu. V případě, kdy biologický výnos zůstává stejný, může se hospodářský výnos zvýšit zvětšením SI. V souladu s tím lze genové zdroje zařadit do skupiny, v níž je zvýšení výnosu klasu dosaženo především zvýšením tvorby celkové biomasy. Přitom se příznivě uplatňuje i vyšší transport asimilátů do klasu v době před kvetením.

Současné komerční odrůdy dosáhly vyšší produktivity na základě účinnějšího transportu asimilátů do reprodukčních orgánů. Slafer, Andrade (1991) se domnívají, že tento trend se v budoucnu změní, a to využitím komplexnějších kritérií při výběru rodičovských forem, které budou zahrnovat určitou architekturu listů, respiraci a také charakteristiku hmotnosti sušiny nadzemní hmoty již v metání nebo v kvetení.

Při studiu citlivosti rostlin na GA_3 prokázal zdroj NS 21 necitlivost na giberelin. Toto zjištění podporuje hypotézu (Směk, 1990), že geny krátkostébelnosti Rht a SFG mohou působit nezávisle a mohou se vyskytovat v jednom genotypu.

Zdroje SFG s klasem typu NS prokázaly řadu pozitivních charakteristik, a to produkčních, strukturních, fyziologických a jakostních, ale také některé negativní. V porovnání s kontrolní odrůdou Hana kvetou o dva až pět dnů později, méně odnožují, jsou citlivější k nižším teplotám. Proto se nemohou uplatnit jako komerční odrůdy, ale mohou být využity jako nové zdroje ve šlechtitelských programech ke zvýšení akumulacího potenciálu klasu. Tuto možnost využití zdrojů SFG prokázali Denčík, Borojević (1992) při křížení zdrojů SFG vyznačujících se různou architekturou klasu.

Literatura

- BAREŠ, I. - SEHNALOVÁ, J. - VLASÁK, M. - VLACH, M. - KRYŠTOF, Z. - AMLER, P. - MALÝ, J. - BERÁNEK, V.: Klasifikátor genus *Triticum* L. Praha, 1985, s. 1-78.
- BELFORD, R. K. - SEDGLEY, R. H.: Conclusions: Ideotypes and physiology: Tailoring plants for increased production. *Field Crops Res.*, 26, 1991, s. 221-226.
- DENČÍK, S. - BOROJEVIĆ, S.: Harvest index and spike index in crosses between wheat genotypes with different spike architecture. *Pl. Breed.*, 109, 1992, s. 151-158.
- KOSTKANOVÁ, E. - ROGALEWICZ, V. - DOTLAČIL, L.: Zhodnocení metod stanovení technologické kvality genetických zdrojů pšenice. *Rostl. Výr.*, 35, 1989, č. 10, s. 1049-1055.
- NÁTROVÁ, Z.: Kapacita vodivých cest v posledním internodiū stébla u odrůd pšenice ozimé s různou produktivitou klasu. *Rostl. Výr.*, 33, 1987, č. 10, s. 1085-1091.
- NÁTROVÁ, Z. - MLADIČOVÁ, I.: Quantitative characteristics of the conducting system in stem of winter wheat genotypes with spike fertility genes. *Biol. Plant.*, 33, 1991, č. 6, s. 484-491.
- RASMUSSEN, D. C.: A plant breeder's experience with ideotype breeding. *Field Crops Res.*, 26, 1991, s. 191-200.

SLAFER, G. A. - ANDRADE, F. H.: Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. *Euphytica*, 58, 1991, s. 37-49.

SMOČEK, J.: Fenokopie genů fertility klasu pšenice. *Rostl. Výr.*, 33, 1987, č. 5, s. 529-537.

SMOČEK, J.: Genové zdroje vyšší úložné kapacity klasu pšenice. *Rostl. Výr.*, 36, 1990, č. 11, s. 1143-1153.

SNYDER, F. W. - CARLSON, G. E.: Selecting for partitioning of photosynthetic products in crops. *Adv. Agron.*, 37, 1984, s. 47-71.

ŠKORPÍK, M.: Genotypes of wheat and dwarfing genes. Czechoslovak Board on Genetic Resources of Cultivated Plants. Praha - Ruzyně, VÚRV 1989, s. 1-66.

Došlo 21. 1. 1993

NÁTROVÁ, Z. - KOSTKANOVÁ, E. - ŠKORPÍK, M. - SMOČEK, J. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně; Cereal Research Institute, Kroměříž):

Physiological and structural characteristics of gene resources of wheat with higher sink capacity of the spike.

Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 571-579.

Seven gene sources of wheat (*Triticum aestivum* L.) with higher sink capacity of the ear representing donors of spike fertility genes (SFG) with normal spike morphotype (NS) have been evaluated. In comparison with the control cultivar Hana the kernel dry mass per spike of the gene sources was higher by 17 to 120 %. This increase was due to significantly higher number of kernels per spike (Tab. I). All the tested gene sources have a higher number of kernels per spikelet.

Considerable differences between cv. Hana and the gene sources have been found in several morphological and anatomical structures (Tab. II). NS sources were found to have significantly longer peduncle and its specific dry weight (mg.cm^{-1}) as well as diameter were bigger. Only NS 8 sources having the longest stem differed neither in specific stem weight, nor in peduncle diameter. Anatomical analysis of the peduncle in the 1 cm distance below the ear revealed an increase in the cross sectional area of vascular bundles and their phloem.

At maturity, all the gene sources but NS 16 were found to have higher stem length when compared with the control cultivar. The same is true as to stem and spike dry mass is concerned (Tab. III). However, the dry matter allocation into the spike and the harvest index decreased in gene sources with stem length from 90 to 100 cm.

During the vegetative period dry matter production was measured in two gene sources differing in stem length. By the end of the ear formation period, i.e. by the time of terminal spikelet (TS) formation on the shoot apex, no differences were found in stem dry mass. However, at anthesis, stem dry mass of the gene resources was significantly higher than that of cv. Hana (Tab. IV). This increase was due to higher dry mass of the two uppermost leaf blades and of the spike itself. During the period from TS formation to anthesis dry matter allocation into the spike was most apparent. The portion of stem dry matter allocated into the spike was 20, 27, and 33 % in cv. Hana, NS 16 and NS 20, respectively.

Harvest index of the gene sources was equal or even lower than that of cv. Hana. Higher sink capacity of the spike of the NS gene sources seems to be positively supported by an increased total dry mass of the stem and its allocation into the spike during the period before anthesis.

Seedlings of the gene sources were found to be sensitive to giberellic acid (GA_3). As an exception, the NS 21 was giberellin insensitive indicating the presence of a dwarf gene. This finding corresponds with the hypothesis first indicated by Š m o č e k (1990) that the dwarf genes *Rht* and spike fertility genes (SFG) function independently or nearly independently enabling thus their cumulation in one genotype.

Evaluating the kernel quality, all the gene sources were higher in protein content (14.4 to 16.0 % of kernel dry matter). According to the wet gluten content as contained in flour and its swelling capacity, the gene sources NS 16, NS 20 and NS 25 were qualified as being of a good baking quality.

There are some negative features of the SFG sources with the NS spike type. They are late flowering, less tillering and more sensitive to lower temperature. For this reason they cannot be considered as suitable for direct use as commercial cultivars. However, they seem to be of extreme value for including into breeding programmes ensuring new possibilities for an increase in spike productivity.

Kontaktní adresa:

RNDr. Zdeňka N á t r o v á , CSc., Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6-Ruzyně



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

**tel.: 258 342
fax: 207 229**



NEGATIVE CORRELATION BETWEEN THE AMOUNT OF RESPIRED SUBSTRATE AND THE SHOOT/ROOT RATIO IN DARK GROWN BARLEY SEEDLINGS

L. Nátr

Charles University, Faculty of Natural Sciences, Praha

Spring barley plants (*Hordeum vulgare* L., cv. Korál) were cultivated in full darkness in one of the following nutrient solutions for 21 days: distilled water (control), KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , MgSO_4 , NaCl . Samplings were made during the period of fast substrate export from the kernel (days 5 to 8 from the start of germination) and by the end of the experiment (days 20 and 21) when the kernel utilizable substrate was exhausted. Nutrient solutions significantly affected both shoot and root growth, shoot/root ratio and the amount of respired substrate. The plants in the KNO_3 solution respired the least amount of available substrate ($17.8 \text{ mg plant}^{-1}$) whereas those from MgSO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and distilled water used 22.3 , 22.1 and $21.4 \text{ mg plant}^{-1}$, respectively. The lowest shoot/root ratio was found in plants from the distilled water (1.50) and $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (1.73), whereas the highest ratio (3.25) was found in plants grown in KNO_3 . Because of differences in respiration rate per unit dry mass between shoot and root, nutrient availability may primarily affect dry matter distribution between shoot and root and lead to differences in the amount of substrate respired per plant.

The influence of mineral nutrients on plant growth has been most frequently studied as a relationship between mineral nutrition and photosynthesis. The effects of individual nutrients on photosynthesis have been well documented (Nátr, 1972). Similarly, assimilate is important for active nutrient uptake by plant roots from the soil solution (Chapin et al., 1987; Wild et al., 1987; Schubert, Mengel, 1989).

When evaluating the net dry matter production of plants, the losses due to respiration have to be taken into account. The need for a more precise quantitative description of substrate utilization in respiration led to the concept of growth and maintenance processes (McCree, 1970). Until now, surprisingly little attention has been paid to the effects of mineral nutrients on the rate of respiration and, in a broader sense, on the efficiency of substrate utilization for growth.

As far as I am aware, Saric (1984 - personal communication) was among the first authors to describe differences in the final dry mass of plants grown in full darkness under differential nutrient supply. Kincl, Kolková (1984) cultivated winter and spring wheat varieties in full darkness in soil, complete nutrient solution and distilled water and also found significant effects of nutrient availability on final plant dry mass.

An understanding of the nutrient effects on heterotrophically grown plants is important both for better understanding of the basis of plant growth and has important

agricultural consequences (Mc Cree, 1982). Recalling the importance of germination (Arnott, 1975; Halmer, 1985) in the onset of photoautotrophy of field grown crops it is clear that relatively small differences in the rate of shoot (the onset of photosynthesis) or root (water and nutrient supply) growth may modify all subsequent processes of yield formation in a decisive way (Frank, 1980; Siddique et al., 1990). The agricultural implication is the much more effective modification of the very early growth of a plant by changing nutrient availability than is possible at any later stage of the crop growth.

Our previous experiments (Nátr, 1988a, b) confirmed observations by Saric (1984 - personal communication) and Kincel, Kolková (1984). Using spring barley, the shoot/root ratio was shown to be the parameter most affected by differences in mineral nutrients (Nátr, 1988a, b). In this paper, effects of the individual nutrients on heterotrophic growth of barley seedlings have been explored for analyses of the relationships between the shoot/root ratio and the amount of respired substrate.

MATERIALS AND METHODS

Spring barley (*Hordeum vulgare* L., cv. Korál) was cultivated in full darkness at $22 \pm 2^\circ\text{C}$ in one of the following nutrient solutions: 1. distilled water (control); 2. KNO_3 (0.506 g l^{-1}); 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (0.580 g l^{-1}); 4. KH_2PO_4 (0.680 g l^{-1}); 5. MgSO_4 (0.602 g l^{-1}); 6. NaCl (0.292 g l^{-1}).

All solutions, except that of NaCl , corresponded to the individual nutrient components as used in Hoagland 3 full nutrient solution (Laštůvka, Minář, 1967).

Seeds were selected in such a way that their initial dry mass (K_i) was $45.5 \pm 0.5 \text{ mg}$. After three days of germination, the seedlings were transferred into the nutrient solutions. The solutions were changed once a week. Four samples, 3 plants in each, were sampled 5, 6, 7, 8, 20 and 21 after germination. Shoot (S), root (R) and kernel (K) dry mass were measured and the following parameters calculated:

- The amount of respired substrate (S_R , mg kernel^{-1}) calculated as the difference between initial kernel dry mass (K_i) and the sum of shoot, root and kernel dry mass, i.e., $S_R = K_i - (S + R + K)$.
- Specific respiration rate [S_r , $\text{mg (respired) mg}^{-1}$ (produced)] calculated as the amount of respired substrate per (shoot plus root) dry mass, $S_r = S_R / (S + R)$.
- The rate of dry matter export from the kernel (T_K , $\text{mg day}^{-1} \text{ kernel}^{-1}$): calculated from the slope of the linear regression of the kernel dry mass on time (day) to the first 4 samples.
- Shoot/root ratio (S/R).
- Growth efficiency (GE) calculated as the sum of shoot plus root dry mass per unit substrate transported from the kernel, $GE = (S + R) / (K_i - K)$.

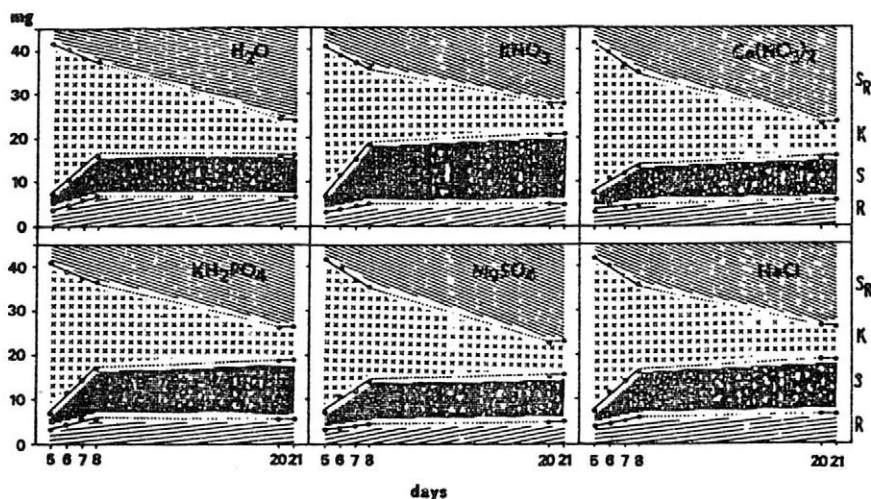
T -tests were used to determine the statistical significance of the effects of nutrients on the above parameters. Linear regression and correlation followed the procedure described by Zvářa, Nátr (1991).

RESULTS

The nutrient solutions significantly affected both the dry matter distribution between shoot and root and the amount of substrate respired during the whole experimental period (Fig. 1). The rate of reserve substrate transport from the kernel during the first four measurements, i.e. during the period from day 5 to day 8 after germination, changed only slightly. For this reason, the kernel dry mass decrease during this period could be described by linear regression. The calculated rate of transport varied from $4.38 \text{ mg day}^{-1} \text{ kernel}^{-1}$ for plants grown in MgSO_4 solution up to $5.56 \text{ mg day}^{-1} \text{ kernel}^{-1}$ for plants of the KNO_3 treatment. Although the correlation coefficients were well above 0.9 in all cases, the differences between regression coefficients of the nutrient treatments were not statistically significant. Similarly, there were no significant differences in kernel dry weights on day 21 following germination. The average dry mass of the residual kernel (K_f) was 15.9 per cent of the initial kernel dry mass.

Highly significant differences between treatments were found in the amount of respired substrate, calculated as the difference between the initial kernel dry mass and the sum of final root, shoot and kernel dry mass (Fig. 2). The plants grown in KNO_3 solution respired the least amount of reserve substrate.

Root and shoot growth were differently influenced by the nutrient solutions. The lowest root dry mass was found in plants of the KNO_3 treatment, whilst the highest values were found in plants grown in distilled water or in NaCl . The low shoot dry mass was typical not only for plants in the distilled water treatment but also for those in CaNO_3 and MgSO_4 .



1. Dry matter (mg plant^{-1}) of root (R), shoot (S), kernel (K) and the amount of respired substrate (S_R) of spring barley plants during the 21 day cultivation in full darkness and in different nutrient solutions (identified in the upper right-hand corner); measured values are indicated by the circles; full line corresponds to the calculated linear regression of values from the first four samplings on time; dotted lines indicate period with no sampling; broken lines indicate the mean of the two last data on days 20 and 21

Considerable changes, due to mineral nutrition, also occurred in the shoot/root ratio (Fig. 3). The highest value of the shoot/root ratio was reached by plants in the KNO_3 solution while the lowest values were found in plants grown in distilled water.

Comparing Figs 1 and 3, a contradiction in the effect of nutrients on the shoot/root ratio when compared with their effects on the amount of respired substrate becomes apparent. An increase in the amount of respired substrate as brought about by the nutrient composition was associated with a decrease in the shoot/root ratio of the same treatment, and vice versa. The calculated linear regression confirmed such a relationship (Fig. 4) with the correlation coefficient $r = 0.759$. The equation states respired substrate (mg plant^{-1}) = $25.18 - 2.328 (\text{shoot/root})$

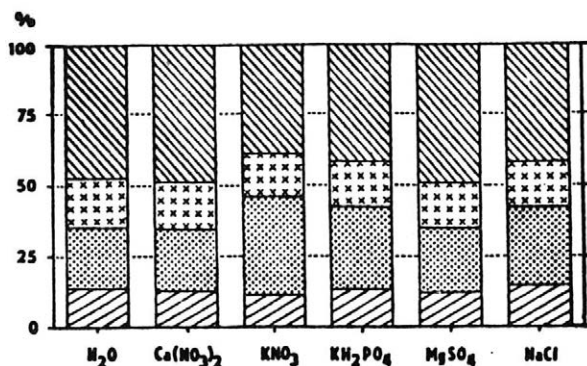
DISCUSSION

The experiments confirm that the availability of single nutrients strongly influences the growth of plants in the dark. Two distinct effects of different nutrients could have been identified: differences in the total amount of respired substrate and modification in the substrate distribution between shoot and root.

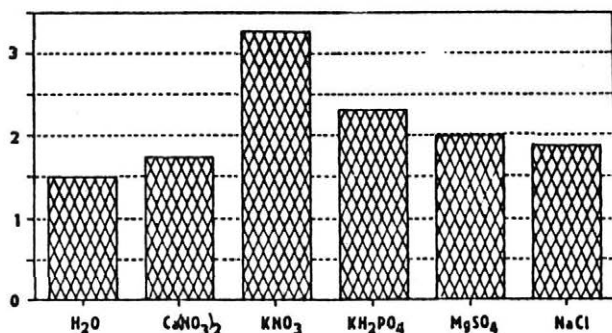
By the end of the experiment, the effects of the nutrient treatments could be divided on the basis of growth efficiency (GE) into two distinct groups: a low GE of 0.43, 0.42 and 0.41 was found for plants grown in distilled water, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ and MgSO_4 , respectively. The remaining treatments had GE values of 0.50 (KH_2PO_4 and NaCl) or 0.54 (KNO_3). Values of 0.5 correspond well with previous data of barley plants grown in full nutrient solution (Nátr, 1988b). Contreras, Gaudillere (1987) calculated GE values of about 0.9 for the first four days after germination. In our experiments, the GE values calculated on day 5 were lower with a mean value of 0.63 and with no significant differences between the treatments which agrees very well with Tanaka (1977). With no support by photosynthesis and because of the continuing maintenance respiration, GE steadily decreased with time.

The effects of individual nutrients on GE or on the amount of respired substrate and the shoot/root ratio need not be independent on each other. It was demonstrated (Szaniawski, 1983; Lambers, 1985) that the respiration per unit dry mass is higher in the roots compared with that of the shoot. An important correlation was found between the amount of respired substrate and the shoot/root ratio (Fig. 4). If there are no differences in the rate of respiration per unit dry mass between the treatments, then differences between treatments in the amount of substrate respired per plant can be explained by assuming that the root respiration per unit dry mass is k times higher than the shoot respiration rate. Gasometric measurements of the rate of CO_2 release used to determine the growth and maintenance respiration in dark grown barley plants confirmed, that the maintenance component of root respiration was significantly higher than that of the shoot (Sekerká et al., 1991). Hence, the primary effects of nutrients can be seen in changes of the storage carbohydrate allocation between shoot and root. The differences in GE could thus be a consequence, secondary effect.

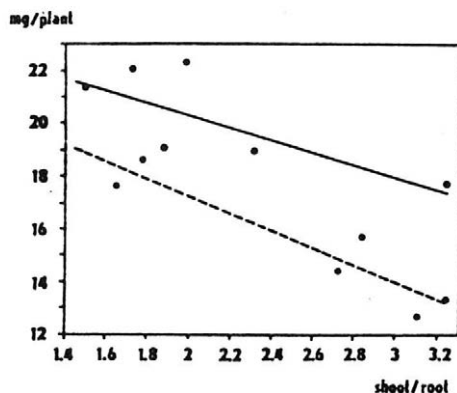
An evaluation of our previous data describing the effects of kernel dry mass or varietal differences (Nátr, 1988a, b) confirmed the above derived conclusion



2. Dry mass of shoot, root, kernel and respired substrate at the end of 21 day cultivation of spring barley plants in darkness and in six different nutrient solutions; values (per cent of the initial kernel dry mass) represent an average of the two last samplings, i.e. on day 20 and 21



3. The shoot/root ratio of barley plants cultivated 21 days in darkness and six different solutions



4. The dependence of the amount of respired substrate (mg plant⁻¹) on the shoot/root ratio of barley plants cultivated 21 days in darkness and in six different solutions; the line indicates the calculated linear regression $y = 25.18 - 2.328 \cdot x$ ($r = 0.759$); the dark circles indicate values obtained in previous experiments with kernels of various size (N á t r , 1988a); the broken line corresponds to the linear regression calculated for the second set of data (dark circles) giving $y = 23.81 - 3.284 \cdot x$ ($r = 0.934$)

about the negative correlation between the amount of respired substrate per plant and its shoot/root ratio (N á t r , 1992).

It has been demonstrated not only that complete nutrient solution but also individual mineral salts significantly modify the shoot/root ratio. Each of the solutions used contained two nutrient ions. Plants grown in KNO₃ and KH₂PO₄ solutions differed most from those in distilled water. An interesting difference was found between the effect of Ca(NO₃)₂ and KNO₃ in that nitrate utilization, however important for plant growth, was considerably modified by the presence of either K⁺ or Ca²⁺. It is now of great interest to identify the primary effect of each of the nutrients. A decrease

in N, P or Ca ion availability has been seen to affect the shoot/root ratio in a similar way as a decrease in the complete nutrient solution concentration from 100 per cent to only 2 per cent (Kuiper et al., 1989). Furthermore, they demonstrated clearly, that the nutrients affected plant growth via modifications of the cytokinin levels in the plant. Similarly in further analysing the nutrient effects on plants grown in darkness we shall focus on the both individual ions and their interaction with externally applied phytohormones.

Knowledge of the effects of nutrients on heterotrophic growth has also its agronomic implication. In the field, germination may occur under various supply of mineral nutrients. Limited nutrient availability induces superiority of root growth which subsequently improves water and nutrient uptake from deeper soil layers. On the other hand, an ample nutrient supply to the germinating kernel stimulates shoot growth and leaf formation. Hence, a better understanding of the nutrient effects on dark grown seedlings is of both theoretical and agronomic importance.

Acknowledgements

The author is grateful to Dr. J. R. Porter for his valuable comments and correcting the English.

References

- ARNOTT, R. A.: A quantitative analysis of the endosperm-dependent seedling growth in grasses. *Ann. Bot.*, 39, 1975, s. 757-765.
- CHAPIN III, F. S. - BLOOM, A. J. - FIELD, CH. B. - WARING, R. H.: Plant responses to multiple environmental factors. *Bioscience*, 37, 1987, s. 49-57.
- CONTRERAS, M. P. - GAUDILLERE, F. P.: Efficacité de la croissance du blé lors du passage à l'autotrophie. *Pl. Physiol. Biochem.*, 25, 1987, s. 35-42.
- FRANK, R.: Grain yield and ear development of spring barley as influenced by environmental conditions during early stages of plant development. *Biol. Plant.*, 22, 1980, s. 274-281.
- HALMER, P.: The mobilization of storage carbohydrates in germinated seeds. *Physiol. vég.*, 23, 1985, s. 107-125.
- KINCL, M. - KOLKOVÁ, J.: The growth of wheat from the endosperm reserve substances. (In Czech). *Acta Fac. pedag. Ostrava*, Ser. 14, 1984, č. 184, s. 5-13.
- KUIPER, D. - SCHUIT, J. - KUIPER, P. J. C.: Effects of internal and external cytokinin concentrations on root growth and shoot to root ratio of *Plantago major* ssp. *pleiosperma* at different nutrient conditions. In: LOUGHMAN, B. C. - GAŠPARIKOVÁ, O. - KOLEK, J. (eds): *Structural and Functional Aspects of Transport in Roots*. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ. 1989, s. 193-198.
- LAMBERS, H.: Respiration in intact plants and tissues: Its regulation and dependence on environmental factors, metabolism and invaded organisms. In: DOUCE, R. - DAY, D. A. (eds): *Encyclopedia of Plant Physiology*. N. S. Vol. 18, Berlin, Springer-Verlag 1985, s. 418-472.
- LAŠTŮVKA, Z. - MINÁŘ, J.: Metoda vodních kultur vyšších rostlin. *Folia Fac. sci. natur. Univ. Purkyn. Brun.*, 8, 1967, s. 1-84.
- MAYER, A. M. - SHAIN, T.: Control of seed germination. *Ann. Rev. Pl. Physiol.*, 25, 1974, s. 167-193.
- MC CREE, K. J.: An equation for the rate of respiration of white clover plants grown under controlled conditions. In: ŠETLÍK, I. (ed.): *Prediction and Measurement of Photosynthetic Productivity*. Wageningen, PUDDOC 1970, s. 221-220.

- MC CREE, K. J.: The role of respiration in crop production. *Iowa St. J. Res.*, 56, 1982, s. 291-306.
- NÁTR, L.: Influence of mineral nutrients on photosynthesis of higher plants. *Photosynthetica*, 6, 1972, s. 80-99.
- NÁTR, L.: Vliv genotypu a minerálních živin na heterotrofní růst mladých rostlin ječmene. *Rostl. Výr.*, 34, 1988a, s. 69-76.
- NÁTR, L.: Shoot/root ratio during the early heterotrophic growth of barley as influenced by mineral nutrition. *Pl. and Soil*, 111, 1988b, s. 237-240.
- NÁTR, L.: The effect of mineral nutrients on heterotrophically grown barley seedlings. *Abstr. 1st Int. Crop Sci. Congr. Amer.*, 1992, s. 94.
- SCHUBERT, S. - MENGEL, K.: Important factors in nutrient availability: root morphology and physiology. *Z. Pfl.-Ernähr. Bodenkd.*, 152, 1989, s. 169-174.
- SEKERKA, P. - ČATSKÝ, J. - NÁTR, L.: The effect of mineral nutrition on the growth and maintenance components of respiration during heterotrophic growth of barley seedlings. *Biol. Plant.*, 33, 1991, s. 439-447.
- SIDDIQUE, K. H. M. - BELFORD, R. K. - TENNANT, D.: Root:shoot ratios of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in a mediterranean environment. *Pl. and Soil*, 121, 1990, s. 89-98.
- SZANIAWSKI, R. K.: Adaptation and functional balance between shoot and root activity of sunflower plants grown at different root temperatures. *Ann. Bot.*, 51, 1983, s. 453-459.
- TANAKA, A.: Photosynthesis and respiration in relation to productivity of crops. In: MITSUI, A. - MIYACHI, S. - SAN PIETRO, A. - TAMURA, S. (eds): *Biological Solar Energy Conversion*. New York, San Francisco, London, Academic Press 1977, s. 213-229.
- WILD, A. - JONES, L. H. P. - MAC DUFF, J. H.: Uptake of mineral nutrients and crop growth: the use of flowing nutrient solutions. *Adv. Agron.*, 41, 1987, s. 171-219.
- ZVÁRA, K. - NÁTR, L.: Statistical evaluation of data on leaf growth and phyllochron as derived from leaf length measurements. *Biol. Plant.*, 33, 1991, s. 181-191.

Received on January 21, 1993

NÁTR, L. (Univerzita Karlova, přírodovědecká fakulta, Praha).

Negativní korelace mezi množstvím prodýchaného substrátu a poměrem nadzemní část/kořeny u mladých rostlin ječmene pěstovaných ve tmě.

Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 581-588.

Po vyklíčení obilek vytríděných na hmotnost $45,5 \pm 0,5$ mg byly rostliny jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L., odrůda Korál) pěstovány po dobu 21 dne v jednom z těchto roztoků: destilovaná voda (kontrola), KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , MgSO_4 , NaCl . S výjimkou NaCl byly použity koncentrace odpovídající množství uvedených sloučenin v živném roztoku Hoagland 3. Kultivace probíhala ve tmě při teplotě 22 ± 2 °C. Odběry rostlin pro stanovení hmotnosti sušiny obilky, kořenů a nadzemní části probíhaly denně v intervalu od 5. do 8. a od 20. do 21. dne. Z naměřených údajů byly vypočítány tyto údaje: (a) množství substrátu prodýchaného jednou rostlinou, a to jako rozdíl mezi počáteční hmotností sušiny obilky a součtem aktuálních hmotností sušiny obilky, kořenů a nadzemní části, (b) specifická rychlost respirace, tedy množství prodýchaného substrátu vztažené na sumu hmotnosti sušiny kořenů a nadzemní části, (c) rychlost denního exportu sušiny z obilek jako sklon přímky vypočítané lineární regresí hmotnosti sušiny obilek na čase během odběrů od 5. do 8. dne, (d) podíl hmotnosti sušiny nadzemní části/kořeny, (e) účinnost růstu jako suma hmotnosti sušiny kořenů a nadzemní části vztažená na celkové množství substrátu odvedeného z obilek.

Cílem pokusů popsaných v této práci nebyla zevrubná analýza účinků jednotlivých minerálních živin. Prokázaný vliv byl využit k navození velké variability změn jednotlivých měřených parametrů a k analýze možných souvislostí mezi nimi.

Jednotlivé minerální živiny výrazně ovlivnily růst kořenů, nadzemní části, distribuce sušiny mezi kořeny a nadzemní části i množství prodýchaného substrátu. Jednotlivé varianty vykazovaly velké rozdíly v hodnotách účinnosti růstu, kde bylo možno rozlišit dvě výrazné skupiny. Hodnoty účinnosti růstu 0,41 až 0,43 byly stanoveny u rostlin pěstovaných v destilované vodě, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ nebo MgSO_4 . Naproti tomu hodnoty 0,50 až 0,54 vykazovaly varianty KH_2PO_4 , NaCl a KNO_3 .

Nejmenší množství prodýchaného substrátu bylo zjištěno u rostlin pěstovaných v roztoku KNO_3 , a to 17,8 mg na rostlinu. Naopak největší množství substrátu prodýchaly rostliny kultivované v roztoku MgSO_4 (22,3 mg), $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (22,1 mg) a v destilované vodě (21,4 mg). Obdobně byla nalezena nejnižší hodnota poměru hmotností sušiny nadzemní část/kořeny u varianty v destilované vodě (hodnota činila 1,5) a v roztoku $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (1,73), zatímco rostliny varianty KNO_3 dosáhly hodnoty tohoto poměru plných 3,25.

Z obr. 1, 2 a 3 jsou patrné získané výsledky. Zároveň je z uvedených hodnot nápadná protikladná tendence mezi změnami v množství prodýchaného substrátu a poměrem hmotností sušiny nadzemní část/kořeny. Tato závislost byla potvrzena výpočtem lineární regrese, která poskytla vztah: prodýchaný substrát (mg rostlina^{-1}) = $25,18 - 2,328$ (nadzemní část/kořeny).

Dodatečně provedené výpočty z údajů publikovaných v předchozích pracích, ve kterých byl sledován vliv velikosti obílek nebo rozdílů mezi odrůdami, také prokázaly existenci výše odvozeného vztahu. Vzhledem k tomu, že existují údaje o vyšší specifické rychlosti dýchání kořenů vzhledem k nadzemním orgánům, lze odvodit primární účinek minerálních živin na distribuci látek mezi listy a kořeny s následnými změnami v množství prodýchaného substrátu.

Uvedené působení minerálních živin na heterotrofní růst mladých rostlin má svoje důsledky i pro ekologické a polní podmínky. V závislosti na dostupnosti minerálních živin při klíčení lze cílevědomě urychlit buď rozvoj listů, a s tím spojený přechod k fotoautotrofní výživě, nebo naopak kořenů a zajistit tak lepší růst při následném vodním stresu. Samostatnou otázkou dalšího výzkumu zůstává samotný mechanismus účinku minerálních živin na fyziologii heterotrofně rostoucích rostlin.

Contact Address:

Prof. RNDr. Lubomír N á t r, DrSc., Univerzita Karlova, přírodovědecká fakulta,
Viničná 5, 128 44 Praha 2

PRODUKCE ETYLÉNU U OZIMÉ PŠENICE V PRŮBĚHU ONTOGENEZE ROSTLIN

M. Dundelová, V. Reinöhl, S. Procházka

Vysoká škola zemědělská, Brno

U rostlin ozimé pšenice odrůdy Slavia byla sledována produkce etylénu listy, stéblem a klasem hlavního stébla od počátku odnožování do plné zralosti obilek. Etylén vyprodukovaný obilní rostlinou byl kvantitativně stanoven plynovou chromatografií. Produkce etylénu byla hodnocena ve vztahu k růstovým a vývojovým procesům podle makrofenologických fází Feekesovy stupnice a ve vztahu k obsahu chlorofylu, který byl stanoven kolorimetricky. Růst listů je doprovázen zvýšenou produkcí etylénu. Senescence listů je doprovázena degradací chlorofylu a snižující se tvorbou etylénu. V průběhu ontogeneze celé rostliny byla zaznamenána dvě maxima produkce etylénu: první v 8. fázi Feekese (sloupkování), druhé na konci kvetení a na začátku tvorby obilek (11.5.4. fáze Feekese). Proces zrání obilek v klase je doprovázen klesající produkcí etylénu.

Etylén je fytohormon, který je produkován rostlinami ve skupenství plynném. Rychlost produkce etylénu se mění v závislosti na růstu, resp. vývoji rostliny. Etylén je uváděn především jako hormon zrání plodů, jako hormon opadu listů, plodů a květů, senescence nebo jako hormon poranění. Produkce etylénu může být ovlivněna řadou vnějších faktorů jako např. aplikací auxinu, stresem, suchem, chladem, nadbytkem vody, infekcí, světlem, koncentrací CO₂ (Abel, 1973; Yang, Hoffman, 1984). Poznoteček, že kyselina indolyl-3-octová (IAA) indukuje tvorbu etylénu (Yu, Yang, 1981), byl signálem pro studium interakcí etylénu s ostatními fytohormony. Bylo zjištěno, že mnohé růstové reakce rostlin připisované auxinu mohou být navozeny etylénem. Chadwick, Burg (1970) tak vysvětlují inhibici růstu kořene hrachu. Eliasson et al. (1989) na základě obdobných pokusů učinili závěr, že inhibiční účinek IAA je způsoben IAA *per se*.

V návaznosti na námi zjištěné hodnoty endogenních hladin fytohormonů v obilkách ozimé pšenice, resp. jarního ječmene (Procházka et al., 1983; Dundelová, 1989; Dundelová, Procházka, 1989) během zrání obilek bylo cílem našeho sledování zaznamenat produkci etylénu listy, stéblem a klasem v průběhu ontogeneze rostliny. Získané výsledky rozšiřují teoretické poznatky o fytohormonální podstatě kontroly formování výnosu obilnin.

MATERIÁL A METODA

Ozimá pšenice (*Triticum aestivum* L.) odrůda Slavia byla vyseta do vegetačních nádob v klimaboxech, kde byly rostliny jarovizovány. Ve 4. fázi Feekesovy stupnice

byly rostliny ve vegetačních nádobách přeneseny na polní pokusný pozemek. Během kultivace byla rostlinám ponechána jen hlavní stébla s klasem, odnože byly pravidelně odstraňovány.

Měření produkce etylénu probíhalo do počátku odnožování do plné zralosti obilek v týdenních intervalech v ranních hodinách. Jednotlivé listy, klasy, resp. celá rostlina byly uzavírány do skleněných trubic na 1 h. Měření probíhala u tří rostlin v 1h intervalech, ve třech opakováních. Vzorek 1 ml atmosféry v trubici byl odebírán a nastříkovan přímo do plynového chromatografu Chrom 5 [skleněná kolona délky 1,8 m; náplň Porapak N (Supelco); teplota pece 45 °C, injektoru 50 °C, detektoru 70 °C; průtok plynů N₂ - 30 ml/min, H₂ - 33 ml/min, O₂ - 700 ml/min; detektor FID; retenční časy (min) metan 0,5; etylén 2,15; etan 2,60].

Současně byl zjišťován obsah chlorofylu v listech sledovaných rostlin. Kvantitativní hodnoty obsahu chlorofylu byly stanoveny kolorimetricky při vlnových délkách 663 nm (chl_a) a 645 nm (chl_b), jak uvádí Mac Kinney (1940).

VÝSLEDKY

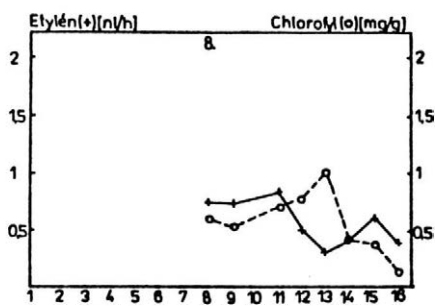
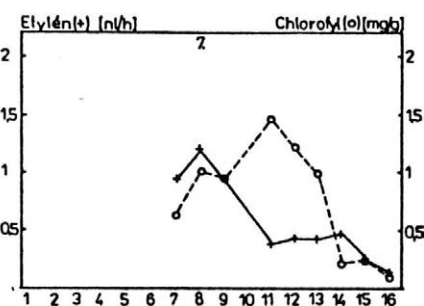
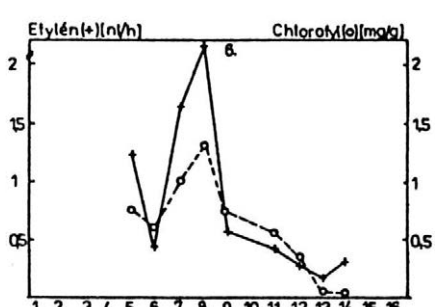
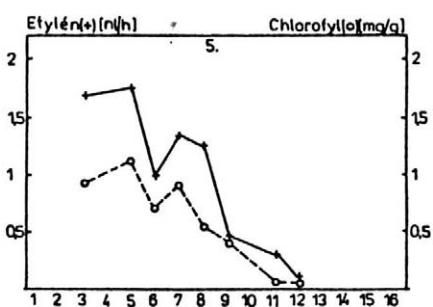
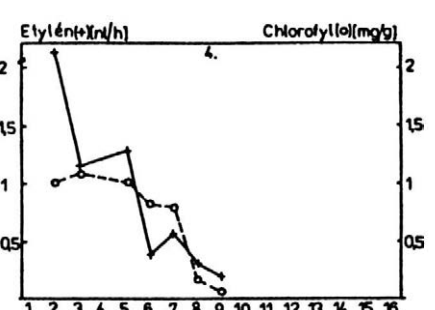
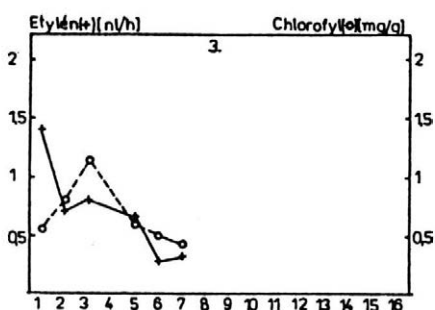
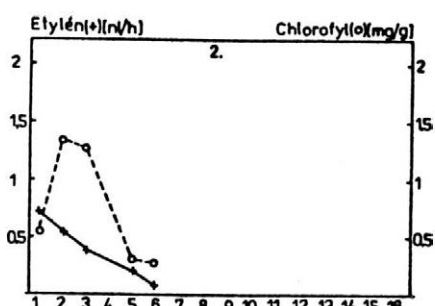
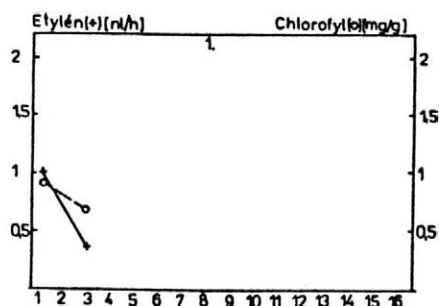
Na produkci etylénu obilní rostlinou se podílejí listy, stéblo i klas. V průběhu ontogeneze rostliny se podíl jednotlivých orgánů na celkové produkci etylénu výrazně mění.

Listy produkují etylén nejvíce v období odnožování a sloupkování rostliny. Každý list produkuje maximální množství etylénu v raných obdobích organogeneze (obr. 1 až 8). S degradací chlorofylu se produkce etylénu výrazně snižuje. Během sloupkování (6. až 8. fáze Feekese) bylo zaznamenáno první maximum celkové produkce rostlin, na němž se značně podílelo stéblo s doposud uzavřeným a intenzívně se diferencujícím klasem. Na konci sloupkování (8. až 9. fáze Feekese) a na počátku metání se na celkové produkci podílely opět především listy. Po vymetání klasu (11.5. fáze Feekese) se na produkci podílí také klas (obr. 9). Maximální produkce klasem byla zaznamenána ve fázi počátku tvorby obilek (11.5.4. fáze Feekese). V této fázi bylo zaznamenáno druhé maximum produkce etylénu celou rostlinou (obr. 10). Během zrání obilek se produkce etylénu klasem, stéblem i listy snižovala.

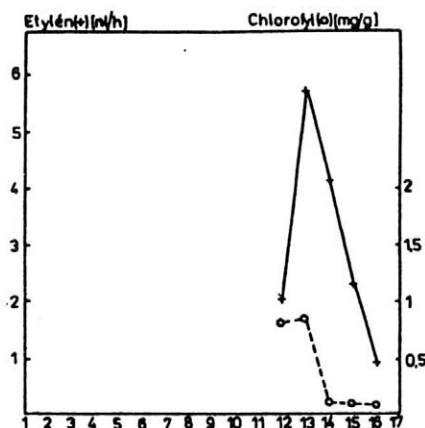
DISKUSE

První maximum produkce etylénu intaktní rostlinou, na němž se podílí hlavně stéblo, lze vysvětlit etapou organogeneze vzrostného vrcholu. V této etapě organogeneze (6. až 7.) probíhá v pochvě posledního listu diferenciace prašníků, pestíků a pokračuje tvorba obalových složek klásků a květků. Tato diferenciace vzrostného vrcholu je spojena s vyšší endogenní hladinou indolyl-3-octové kyseliny (IAA). V tomto případě se potvrzuje hypotéza, že produkce etylénu může být indukována zvýšenou endogenní hladinou IAA (Yu et al., 1981; Yoshii, Imaseki, 1981).

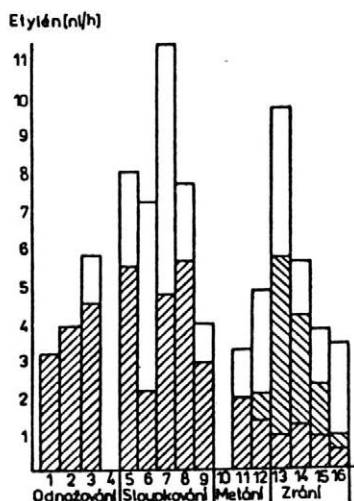
Druhé zjištěné maximum produkce etylénu ve fázi 11.5.4. Feekese (konec kvetení a počátek tvorby obilek) a značnou produkci etylénu klasem v mléčné zralosti obilek lze vysvětlit synergickým účinkem cytokininů a IAA na stimulaci tvorby etylénu. Vysokou endogenní hladinu cytokininů na konci kvetení a na počátku tvorby obilek a vysokou endogenní hladinu IAA v mléčné zralosti obilek v obilkách ozimé pše-



1 - 8. Produkce etylénu a obsah chlorofylu v listech (1. až 8. list) během jejich ontogeneze – Production of ethylene and chlorophyll contents in leaves (1st to 8th leaf) during their ontogenesis
osa x - týdny - x axis - weeks



9. Obsah chlorofylu a produkce etylénu klásem - Chlorophyll contents and ethylene production by ear
osa x - týdny - x axis weeks



10. Produkce etylénu celou rostlinou - Ethylene production by the whole plant
□ stéblo - stem
▨ listy - leaves
▩ klas - ear
odkořování - tillering
sloupkování - shooting
metání - earing
zrání - ripening

nice odrůdy Slavia uvádí D u n d e l o v á (1989). Vliv cytokininů je vysvětlován v souvislosti s potlačením konjugace IAA, a tím zvýšením její hladiny (Y u et al., 1981).

Ze změn obsahu chlorofylu během ontogeneze listu a změn produkce etylénu lze konstatovat, že etylén se může podílet na iniciaci senescence (A b e l e s et al., 1988), neboť maxima tvorby etylénu byla zjištěna dříve než maxima chlorofylu. Pouze u 5. a 6. listu bylo maximální produkce etylénu a maximálního obsahu chlorofylu dosaženo ve stejnou dobu.

Literatura

- ABELES, F. B.: Ethylene in Plant Biology. New York, Academic Press 1973.
ABELES, F. B. - DUNN, L. J. - MORGENS, P. - CALIAHAN, A. - DINTERMAN, R. E. - SCHMIDT, J.: Induction of 33-kD and 60-kD peroxidases during ethylene-induced senescence of cucumber cotyledons. *Pl. Physiol.*, 87, 1988, s. 609-615.
CHADWICK, A. W. - BURG, S. P.: Regulation of root growth by auxin-ethylene interaction. *Pl. Physiol.*, 45, 1970, s. 192-200.
ELIASSON, L. - BERTELL, G. - BOLANDER, E.: Inhibitory action of auxin on root elongation not mediated by ethylene. *Pl. Physiol.*, 91, 1989, s. 310-314.

DUNDELOVÁ, M.: Aktivita fytohormonů v průběhu tvorby obilí u pšenice ozimé a ječmene jarního. [Kandidátská disertace.] 1989, Brno. - Vys. Šk. zeměd.

DUNDELOVÁ, M. - PROCHÁZKA, S.: Hladina indolyl-3-octové kyseliny v obilích pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) a ječmene jarního (*Hordeum vulgare* L.). Rostl. Výr., 35, 1989, s. 381-387.

MAC KINNEY, G.: Criteria for purity of chlorophyll preparations. J. Biol. Chem., 132, 1940, s. 91-107.

PROCHÁZKA, S. - DUNDELOVÁ, M. - BLAŽKOVÁ, J.: Aktivita volných a vázaných giberelinů v obilích pšenice ozimé (*Triticum aestivum*). Rostl. Výr., 29, 1983, s. 599-603.

YANG, S. F. - HOFFMAN, N. E.: Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. Ann. Rev. Pl. Physiol., 35, 1984, s. 155-189.

YOSHII, H. - IMASEKI, H.: Biosynthesis of indole-3-acetic acid benzyladenine, and abscisic acid on endogenous levels of 1-aminocyclopane-1-carboxylic acid (ACC) and ACC synthesis. Pl. Cell. Physiol., 22, 1981, s. 369-379.

YU, Y. - YANG, S. F. - CORSE, J. - KUHNLE, J. A. - HUA, S.: Structures of cytokinins influence synergistic production of ethylene. Phytochemistry, 20, 1981, s. 1191-1195.

Došlo 21. 1. 1993

DUNDELOVÁ, M. - REINÖHL, V. - PROCHÁZKA, S. (University of Agriculture, Brno):
Production of ethylene of winter wheat during plant ontogenesis.
Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 589-593.

The production of ethylene in leaf, stem and ear of the main stem of winter wheat cv. Slavia was estimated from the beginning of tillering to the period of the full ripeness. Ethylene production was related to the developmental stages according to Feekes and to the content of chlorophyll. Ethylene production was measured in week periods.

Ethylene was estimated chromatographically. Leaf, ear or whole plant was closed into glass vessels. 1 ml gas sample from the vessels was injected into the chromatograph, type Chrom 5, equipped with 1.8m glass column filled Porapak N (Supelco). Content of chlorophyll was estimated colorimetrically at 663 nm (chl_a) and 645 nm (chl_b).

The increased ethylene production follows the growth of leaves. After reaching the maximum size of the leaf blade ethylene production decreases. The content of chlorophyll is decreased during senescence of leaves and at the same time, the production of ethylene is decreased (Figs 1 to 9). There were observed two maximums in ethylene production during ontogenesis of the whole plant (Fig. 10). The first maximum is observed in the period of the 8th Feekes phase (the 6th stage of organogenesis), the second one in the end of flowering (11.5.4. Feekes phase). The decreasing tendency of ethylene production in the period of kernel ripening was observed.

Kontaktní adresa:

Ing. Miroslava Dundelová, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1,
613 00 Brno

INZERCE

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

Bližší informace získáte na adrese:

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

ZÁVISLOSŤ FOTOSYNTÉZY NA ZMENÁCH PRÍKONU SLNEČNÉHO ŽIARENIA A TEPLoty

A. Kostrej, J. Repka

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

Metódou postupných výsevov s plodinami jarný jačmeň, kukurica, cukrová repa, bôb konský a slnečnica, pestovaných v čiastočne regulovateľných podmienkach minerálnej výživy a vodného režimu, sa sledovali kvantitatívne závislosti zmien čistého výkonu fotosyntézy (NAR), rýchlosti celkového dýchania (R) na príkone hustoty toku slnečného žiarenia (I_{GR}) a teploty (T). Počas vegetácie sériou kontinuálnych experimentov sa urobilo u sledovaných plodín 11 až 18 výsevov. Súbežne sa evidovala priemerná denná teplota (T), príkon hustoty toku slnečného žiarenia (I_{GR}) na zistenie vzájomných kvantitatívnych závislostí. Pre jednotlivé plodiny v regresných rovniciach NAR f (I_{GR}), NAR f (T), R f (T), NAR / I_{GR} f (T) pri hodnotách korelačných indexov (0,779 - 0,996) a koeficientov determinácie (0,534 - 0,990) boli stanovené parametre jednotlivých regresných rovníc.

Pri analýze produkčného procesu v priestore a v čase sa veľmi silne prejavuje vplyv slnečného žiarenia a teploty na zmenách fotosyntézy (Repka, Kostrej, 1970; Cooper, 1975a, b; Tooming, 1977; Hodgson, 1981), dýchania (McCree, 1974; Penning de Vries, 1975; Wit, Penning de Vries, 1982), a tým aj na celkovom produkčnom výkone (Tooming, 1984). Z citovaných prác vyplýva, že uvedené procesy sú pod ich neustálou kontrolou. Výsledkom ich účinku sú vzájomné kvantitatívne vzťahy. V predloženej práci sledujeme kvantitatívne zmeny týchto závislostí.

MATERIÁL A METÓDA

Pre riešenie uvedenej problematiky sa zvolili nádobové pokusy v čiastočne regulovateľných podmienkach minerálnej výživy a vodného režimu, ktoré sa zakladali metódou postupných výsevov. Touto metódou, ktorá využíva kontinuálnu sériu experimentov počas celej vegetácie, sa v krátkych intervaloch testovali rastovo rovnocenné rastliny jarného jačmeňa, kukurice, cukrovej repy, bôbu konského a slnečnice tak, aby sa mohol vyhodnotiť účinok hustoty toku žiarenia a teploty na dynamiku zmien fotosyntézy a dýchania. Podrobný metodický postup uvádzajú Repka, Kostrej (1972).

Počas vegetačného obdobia sme urobili 11 až 18 výsevov. Na vyjadrenie aktuálneho priebehu fotosyntézy sa použili hodnoty čistého výkonu fotosyntézy (NAR). Rýchlosť celkového dýchania (R) sme určili podľa postupu, ktorý popísal McCree (1970).

Súbežne sa evidovala priemerná denná teplota (T) a príkon hustoty toku globálneho žiarenia (I_{GR}). Na zistenie funkčnej závislosti medzi nameranými hodnotami NAR , R , I_{GR} a T sa číselným experimentovaním na osobnom počítači metódou korelačnej regresnej lineárnej a nelineárnej analýzy preverilo pre každú plodinu 28 štandardných a neštandardných funkčných vzťahov na zistenie funkčnej odozvy medzi I_{GR} , T , NAR a R .

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Viacročné opakovania pokusov pri rovnakom metodickom postupe v čiastočne regulovateľných podmienkach minerálnej výživy a vodného režimu poskytli nielen obraz o premenlivosti hustoty toku žiarenia a teploty, ale aj kvantifikovanú predstavu o vzťahu týchto faktorov k zmenám čistého výkonu fotosyntézy. Zmeny hodnôt NAR môžeme charakterizovať tendenciou zvyšovania k maximálnym hodnotám a ich poklesom ku koncu vegetačného obdobia. Pokles NAR môže byť vyvolaný aj prechodnými zmenami T a I_{GR} . Maximálne hodnoty NAR sa vždy nezhodujú s maximálnymi hodnotami I_{GR} a T (tab. I).

Okrem toho metódami matematického modelovania podľa koncepcie, ktorú uverejnil McCreedy (1970), sa stanovili aj hodnoty celkového dýchania (R). V tab. II sú uvedené korelačné indexy (r), koeficienty determinácie (d) medzi čistým výkonom fotosyntézy (NAR), rýchlosťou celkového dýchania (R), priemernou dennou teplotou (T) a príkonom slnečného žiarenia (I_{GR}).

Z hodnôt r vidieť, že vo všeobecnosti sa javí väčšia závislosť NAR od T , ako od I_{GR} s výnimkou kukurice, kde je tento vzťah opačný. Svedčí to o tom, že kukurica ako plodina patriaca k typu rastlín s cyklom fotosyntézy C_4 má iné požiadavky na kompenzačnú, adaptačnú a saturačnú úroveň žiarenia vo svetelnej krivke fotosyntézy ako jarný jačmeň, cukrová repa, slnečnica a bôb konský. Avšak u týchto plodín je väčšia teplotná závislosť medzi celkovou rýchlosťou dýchania a zmenami v hodnotách priemernej dennej teploty (hodnoty r sa pohybovali od 0,971 do 0,989).

Funkčné vzťahy s koeficientmi regresnej rovnice medzi čistým výkonom fotosyntézy (NAR), priemernou dennou teplotou (T) a príkonom hustoty toku žiarenia (I_{GR}) pre plodiny jarný jačmeň, kukurica, slnečnica, cukrová repa a bôb konský sú: jarný jačmeň $NAR = 0,1365 (T^{1,463})$, $NAR = 2,145 (I_{GR}^{0,56})$, kukurica $NAR = 1,700 (1,084^T)$, $NAR = 1,996 (I_{GR}^{0,640})$, cukrová repa $NAR = 0,32 \cdot 1154^T$, $NAR = 2,728 (0,537 I_{GR})$, bôb konský $NAR = 0,635 (T^{0,863})$, $NAR = 0,295 + (3,300 \cdot \ln I_{GR})$, slnečnica $NAR = 1 / [0,102 + (1,586 T^{1/3})]$, $NAR = 4,018 - (I_{GR}^{1,084})$.

Zistené funkčné vzťahy sa môžu využiť na zostavenie empirického modelu produkčného procesu jednotlivých plodín. Funkčné vzťahy medzi rýchlosťou celkového dýchania (R) a priemernou dennou teplotou (T), získané metódou matematického modelovania pre sledované plodiny sú uvedené v tab. III.

Z analýzy medzi NAR , T , I_{GR} a R vidieť, že maximálne hodnoty NAR v neliemitujúcich podmienkach minerálnej výživy a vodného režimu závisia nielen od priebehu teploty a žiarenia, ale aj od optimálnych vzťahov fotosyntézy a dýchania. Okrem toho sa pre potreby praktického využitia zostavila aj funkcia, ktorá nám vyjadruje prírastok hmotnosti sušiny ($g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) na jednotku žiarenia ($KJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$) pre

I. Maximálne hodnoty NAR , jej zodpovedajúce LAI , priemerné denné teploty (T), hustota toku žiarenia (I_{GR}) a ich porovnanie s maximálnymi priemernými dennými teplotami (T_{max}) a hodnotami žiarenia ($I_{GR max}$) - Maximum NAR values, LAI corresponding to it, average daily temperatures (T), radiation flow density (I_{GR}) and their comparison with maximum average daily temperatures (T_{max}) and the values of radiation ($I_{GR max}$)

Plodina ¹	Max. NAR	Zodpovedajúce ⁷			T_{max}	$I_{GR max}$
		LAI	T	I_{GR}		
Jarný jačmeň ²	14,90	0,850	25,5	13 545	26,9	14 462
Kukurica ³	12,50	0,952	23,3	10 869	23,3	10 869
Cukrová repa ⁴	14,50	0,666	26,0	14 646	26,0	13 020
Slničnica ⁵	15,06	0,704	22,5	14 700	22,5	13 020
Bôb konský ⁶	11,06	1,05	25,0	12 280	25,0	12 873

¹ crop, ² spring barley, ³ maize, ⁴ sugar beet, ⁵ sunflower, ⁶ faba bean, ⁷ corresponding

II. Korelačné koeficienty (r), koeficienty determinácie (d) medzi čistým výkonom fotosyntézy (NAR), rýchlosťou celkového dýchania (R), priemernou dennou teplotou (T) a príkonom slnečného žiarenia (I_{GR}) - Correlation coefficients (r), determination coefficients (d) between net energy output of photosynthesis (NAR), velocity of total respiration (R), average daily temperature (T) and power input of solar radiation (I_{GR})

Plodina ¹	$NAR = f(T)$		$NAR = f(I_{GR})$		$R = f(T)$	
	r	d	r	d	r	d
Jarný jačmeň ²	0,996	0,992	0,970	0,940	0,989	0,990
Kukurica ³	0,967	0,936	0,981	0,962	0,950	0,914
Cukrová repa ⁴	0,981	0,962	0,900	0,800	0,982	0,965
Slničnica ⁵	0,951	0,905	0,955	0,912	0,971	0,943
Bôb konský ⁶	0,973	0,947	0,865	0,749	0,972	0,946

For 1 - 6 see Tab. I

rozpätie priemerných denných teplôt, ktoré sa počas vegetačného obdobia sledovanej plodiny vyskytujú. Vo všeobecnom tvare sa môže tento vzťah vyjadriť: $NAR (g \cdot g^{-2} \cdot d^{-1}) / I_{GR} (MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}) = f(T)$. Pre sledované plodiny je tvar funkčného vzťahu uvedený v tab. III. Pri matematickom vyjadrení tvaru týchto funkčných vzťahov sa zistili v našich pokusoch indexy korelácie a koeficienty determinácie, ktoré sú uvedené v tab. IV.

Kvantifikované vzťahy medzi príkonom globálnej radiácie $I_{GR} (MJ \cdot m^{-2} \cdot d^{-1})$, čistým výkonom fotosyntézy $NAR (g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1})$, priemernou dennou teplotou $T (^{\circ}C)$ ako prevodové charakteristiky vyjadrujúce funkčné odozvy na teplotu a žiarenie $NAR f(T)$, $NAR f(I_{GR})$, $NAR / I_{GR} f(T)$ u sledovaných plodín v podmienkach dostatočného zásobenia rastlín vodou a minerálnymi živinami uvádza obr. 1.

III. Kvantifikované funkčné vzťahy medzi rýchlosťou celkového dýchania (R), priemernou dennou teplotou (T) a NAR/I_{GR} f (T) – Quantified functional relations between velocity of total respiration (R), average daily temperature (T) and NAR/I_{GR} f (T)

Plodina ¹	Funkčný vzťah ⁷	
	$R = f(T)$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = f(T)$
Jarný jačmeň ²	$R = \frac{1}{0,07349 + \frac{84,569}{T^2}}$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = 0,448 + \frac{1357,6}{T^3}$
Kukurica ³	$R = 0,0455 (T^{1,363})$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = 0,781 + \frac{979,614}{T^3}$
Cukrová repa ⁴	$R = 0,590 \exp^{(0,092 T)}$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = 9,867 - 2,920 \ln T$
Slnečnica ⁵	$R = 0,0901 (T^{1,203})$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = 3,6128 - 0,948 \ln T$
Bôb konský ⁶	$R = 0,179 (T^{0,900})$	$\frac{NAR}{I_{GR}} = 2,026 - 0,435 \ln T$

For 1 - 6 see Tab. I, ⁷functional relation

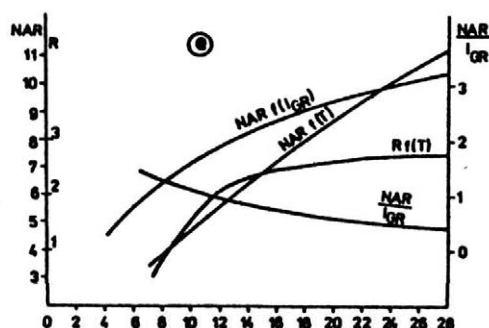
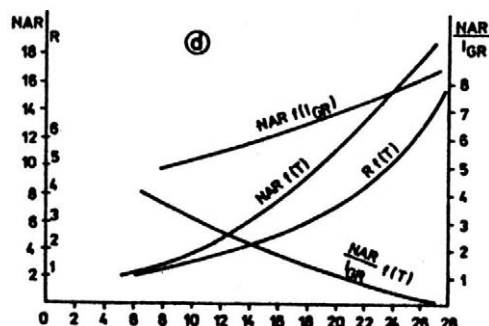
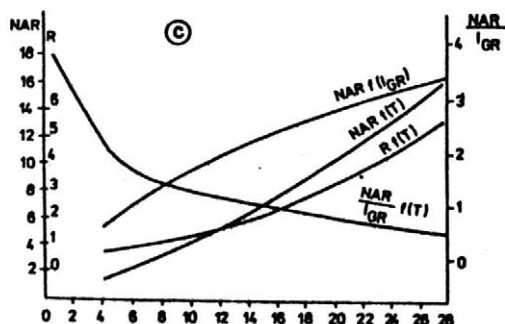
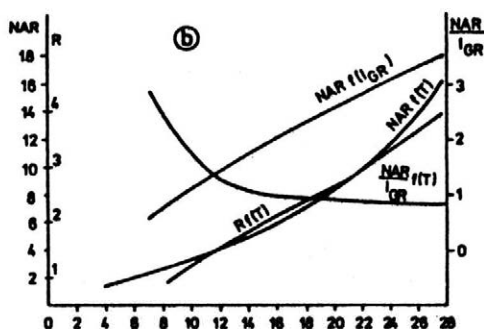
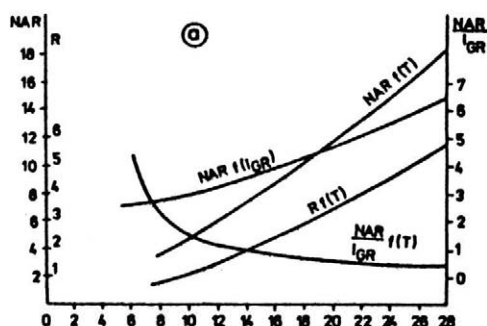
IV. Index korelácie (r), koeficienty determinácie (d) medzi NAR/I_{GR} f (T) a priemernou dennou teplotou (T) – Correlation index (r), determination coefficients (d) between NAR/I_{GR} f (T) and average daily temperature (T)

$\frac{NAR}{I_{GR}} = f(T)$	Plodina ¹				
	jarný jačmeň ²	kukurica ³	cukrová repa ⁴	slnečnica ⁵	bôb konský ⁶
r	0,937	0,985	0,880	0,882	0,779
d	0,866	0,971	0,790	0,534	0,585

For 1 - 6 see Tab. I

Zo znázornených hodnôt vidieť, že v závislosti od slnečného žiarenia a termického režimu sa mení hodnota NAR v podmienkach dostatočného zásobovania rastlín vodou a živinami a má pre každú plodinu charakteristický priebeh. So zväčšovaním hustoty toku slnečného žiarenia sa prírastok hmotnosti sušiny vyjadrenej hodnotami NAR zvyšuje, z čoho je zjavné, že zvýšenie NAR u všetkých plodín pri priemernej dennej teplote vzduchu 10 °C je značne nižšie ako pri priemernej dennej teplote 22 °C. Vzťah medzi NAR a I_{GR} je nelineárny.

Obecná zákonitosť týchto vzťahov je, že na vyrovnanie strát na dýchanie fotosyntézou v nepriaznivých podmienkach je potrebná veľmi vysoká hustota toku žiarenia. V podmienkach dostatočného zásobovania rastlín vodou a minerálnymi



1. Funkčné vzťahy medzi čistým výkonom fotosyntézy (NAR), celkovým dýchaním (R), hustotou toku žiarenia (IGR) a priemernou dennou teplotou (T) u jarného jačmeňa (a), kukurice (b), bôbu konského (c), slnečnice (d) a cukrovej repy (e) – Functional relations between net energy output of photosynthesis (NAR), total respiration (R), flow density radiation (IGR) and average daily temperature (T) in spring barley (a), maize (b), faba bean (c), sunflower (d) and sugar beet (e)

živinami pri optimálnej teplote vzduchu, ako to ukazujú naše výsledky, je často slnečná radiácia určujúcim faktorom.

Vplyv teploty vzduchu na produkčnú výkonnosť sa uskutočňuje cez vzájomné pôsobenie teploty na fotosyntézu a dýchanie. Od vzájomných vzťahov týchto dvoch procesov v závislosti od priebehu teploty a slnečného žiarenia závisí potom konečný výsledok fotosyntetickej činnosti rastlín. Tento poznatok sa môže využiť nielen pri modelovaní fotosyntézy a dýchania, ale aj pre určenie narastania suchej biomasy,

ako kvantitatívneho výsledku ich vzájomného vzťahu. Využívajúc tento princíp môžeme produkčný proces - zmeny narastania suchej biomasy ako celku určiť pomocou matematického modelovania v rôznych ekologických situáciách a kombináciách základných faktorov vonkajšieho prostredia.

Literatúra

COOPER, J. P.: Controls of photosynthesis production in terrestrial systems. In: Photosynthesis and productivity in different environments. Int. Biol. Progr. Cambridge, London, New York, Melbourne, 1975a, s. 593-621.

COOPER, J. P.: Actual and potential production in photosystems. In: Photosynthesis and productivity in different environments. Cambridge, Londýn, Cambridge Univ. Press 1975b, s. 198-210.

HODGSON, G. L.: Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. XIII. A comparison of the growth of *Helianthus annuus* and *Vicia faba* in the vegetative phase. Ann. Bot., 1981, s. 21-28.

MC CREE, K. J.: An equation for the respiration of white clover plants grown under controlled conditions. In: Prediction and measurement of photosynthetic productivity. Wageningen, 1970, s. 221-229.

MC CREE, K. J.: Equations for the rate of dark respiration of white clover and grain sorghum as function of dry weight photosynthetic rate, and temperature. Crop. Sci., 14, 1974, č. 4, s. 509-514.

PENNING DE VRIES, F.W.T.: The cost of maintenance processes in plant cells. Ann. Bot., 39, 1975, č. 159, s. 77-92.

REPKA, J. - KOSTREJ, A.: Analýza produkčného procesu kultúrnych rastlín v podmienkach južného Slovenska. Účinok meteorologických faktorov a hnojenia na produkčný proces kukurice. Poľnohospodárstvo, 1970, č. 4, s. 120-140.

REPKA, J. - KOSTREJ, A.: Seasonal changes of net photosynthetic production in plants under the climatic conditions of south Slovakia. Biol. Práce, 18, 1972, č. 10.

TOOMING, C. G.: Ekologičeskije principy maksimalnoj produktivnosti posevov. Leningrad, Gidrometeoroizdat 1977, s. 264.

WIT, C. T. - PENNING DE VRIES, F. W. T.: L'analyse des systèmes de production primaire. In: La productivité des pâturages Sahéliens. Agric. Res. Rep. (Pudoc, Wageningen), 918, 1982, s. 20-23.

Došlo 21. 1. 1993

KOSTREJ, A. - REPKA, J. (University of Agriculture, Nitra):

Dependence of photosynthesis on changes in intensity of solar radiation and temperature.
Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 595-601.

The method of gradual sowing rates with the crops spring barley, maize, sugar beet, faba bean and sunflower cultivated in partially controllable conditions of mineral nutrition and water regime was used to study the quantitative dependences of changes in net energy output of photosynthesis (NAR), the velocity of total respiration (R) on the power input of flow density of solar radiation (I_{GR}) and temperature (T). A series of continual experiments was carried out in crops under study with 11 to 18 sowing rates during vegetation. Simultaneously with it, an average daily temperature (T), power input of flow density (I_{GR}) were recorded to find mutual quantitative dependences.

Changes in NAR values can be characterized by the tendency of increase to maximum values and by the decrease toward the end of the vegetation period. The NAR fall can be induced by temporary changes of T and I_{GR} . Maximum NAR values are not always congruent with maximum values of I_{GR} and T (Tab. I). Besides this, the methods of mathematical modelling after concept of M c C r e e (1970), the values of total respirations (R) were determined. Tabs II and III give correlation indices (r), determination coefficients (d) between net energy output of photosynthesis (NAR), velocity of total respiration (R), average daily temperature (T) and the power input of flow density of solar radiation (I_{GR}). It can be seen from r values that generally there are seems to be a greater dependence of NAR on T as on I_{GR} , excluding maize, where this relation is reverse.

Functional relations of NAR , T , I_{GR} are as follows: spring barley $NAR = 0.1365 (T^{1.463})$, $NAR = 2.145 (I_{GR}^{0.56})$, maize $NAR = 1.700 (1.084^T)$, $NAR = 1.996 (I_{GR}^{0.640})$, sugar beet $NAR = 0.32 \cdot 1154^T$, $NAR = 2.728 (0.537 I_{GR})$, faba bean $NAR = 0.635 (T^{0.863})$, $NAR = 0.295 + (3.300 \cdot 1n I_{GR})$, sunflower $NAR = 1 / [0.102 + (1.586 T^{1/3})]$, $NAR = 4.018 - (I_{GR}^{1.084})$.

Further functional relations for the crops under study with parameters of individual regression equations are presented in Tab. IV. It follows from the analysis between NAR , T , I_{GR} , R and T that maximum NAR values in unlimiting conditions of mineral nutrition and water regime are dependent as on the course of temperature and radiation, as on the optimum relations of photosynthesis and respiration. This knowledge can be applied not only to modelling of photosynthesis and respiration, but as well to determine the increment of dry biomass in various ecological situations and combinations of essential factors of environment.

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Anton K o s t r e j , DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2,
949 76 Nitra

ADVERTISEMENT

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

For more detailed information, please contact:

ROSTLINNÁ VÝROBA

attn. RNDr. E. Stříbrná

Ústav zemědělských a potravinářských informací

Slezská 7

120 56 P r a h a 2

SROVNÁNÍ RETARDČNÍCH ÚČINKŮ PŘÍPRAVKŮ CULTAR A ALAR 85 NA JETELI LUČNÍM

L. Rauscherová¹, J. Hofbauer²

¹Ústav systematické a ekologické biologie AV ČR, Brno

²Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko

V řízených podmínkách fytotronu byl sledován vliv přípravků Alar 85 a Cultar na růst a vývoj jetele lučního. Na diploidní odrůdě Start a tetraploidní odrůdě Kvarta byla sledována výška rostlin, počet listů v růžici a změny v květní morfologii. Z výsledků vyplynulo, že Cultar účinkuje silněji a jeho retardační vliv přetrvává i po seči. Ve dvouletých polních pokusech byl na diploidní odrůdě Start ve druhém užitkovém roce sledován vliv na výnos semen. Hodnocené semenářské charakteristiky (celková klíčivost, energie klíčení, tvrdost a HTS) nebyly aplikací obou přípravků negativně ovlivněny.

Aplikací regulátorů růstu, zejména typu retardantů, lze u jetelovin ovlivnit výšku porostu a zabránit tak poléhání. Současně však dochází po aplikaci k řadě změn, které mohou různou mírou ovlivnit výnos semen. Snížením apikální dominance dochází k odnožování, což se projevuje zvýšením počtu listů v listové růžici nebo i zvýšeným počtem fertálních odnoží (H u l e w i c z et al., 1977). Jsou známy i změny v květní morfologii, zejména v délce, případně šířce květních trubek a v regulaci průběhu kvetení (F o j t í k et al., 1976). Některé účinky se mohou projevit i ve změně semenářských charakteristik (C h o o, 1983; C h r i s t i e, C h o o, 1990).

Protože aplikací regulátorů je ovlivněn celý následující růst a vývoj, je nutné sledovat přetrvávání účinku, což je významné zejména u jetelovin a což obvykle nebývá sledováno (R a u s c h e r o v á et al., 1988). Podle termínu aplikace může být ovlivněn celkový habitus rostliny, dochází zejména ke krácení a zesílení lodyh, ke změnám ve velikosti a zbarvení listů a ke zvýšenému odnožování. V pozdějším termínu aplikace je pak ovlivněn zejména počet fertálních odnoží vyjádřený jako počet hlávek na plochu nebo je zvýšen počet kvítků v hlávce (F o j t í k et al., 1976; J a k e š o v á, 1987; S v ě t l í k, 1987). Tyto výsledky byly získány při aplikaci přípravku Alar 85 na tetraploidní jetel luční. Mimo Alar 85 byly testovány i jiné přípravky jako B-nine a CCC (F o j t í k et al., 1976; P e r e p r a v o, A n t o n o v, 1984) většinou s rozdílnými výsledky.

Cílem předložené práce je sledování délky inhibičního účinku přípravků Alar 85 a Cultar a hodnocení následného růstu a vývoje po seči. Současně byla sledována perzistence přípravku Cultar v kořenových zbytcích a případné ovlivnění následné plodiny (pšenice). Pokusy na diploidní odrůdě Start a tetraploidní odrůdě Kvarta probíhaly v řízených podmínkách fytotronu. V polních pokusech byl ve dvou následujících letech v parcelkových pokusech sledován vliv těchto přípravků na výšku

porostu a výnos semen u odrůdy Start. Současně byla věnována pozornost semenářským charakteristikám.

MATERIÁL A METODA

Výsledky byly získány na rostlinách vypěstovaných ze semen a vysazených do kultivačních nádob. Pro zesílení rostlin byla realizována časná seč. V jedné variantě bylo vždy zahrnuto 16 rostlin. Pokusy na diploidní odrůdě Start a tetraploidní odrůdě Kvarta probíhaly v klimatizovaných komorách fytostronu za jednotných kultivačních podmínek: 26/16 °C - den/noc při relativní vzdušné vlhkosti 55 a 75 %. Délka osvětlení byla 16 h s intenzitou 6360 W.m². Tyto podmínky se prokázaly jako optimální v předcházejících pokusech (H o f b a u e r et al., 1985).

Aplikace byla provedena postřikem na rostliny ve výšce 16 až 18 cm důsledně na nadzemní část, a to buď jednorázově, nebo opakovaně za 48 h. Roztok v koncentraci 1 g.dm⁻³ byl aplikován v dávkách 1; 1,5; resp. 2; 2,5 mg na rostlinu tak, jak je uvedeno u jednotlivých variant indexem. Během kultivace byla měřena výška rostlin ve dvou patrech (horní patro obsahující olistěné lodyhy a spodní s různými listy). Z těchto hodnot byl vypočítán průměrný přírůstek. V jednotlivých termínech byl sledován i počet listů v růžici a při kvetení byla měřena délka květních trubek.

Polní parcelkové pokusy byly založeny ve dvou časových opakováních na parcelkách 10 a 5 m². Na porostu jetele lučního odrůdy Start byla ve druhé seči v druhém užitkovém roce hodnocena výška porostu a výnos semene po aplikaci. U semen byly hodnoceny semenářské charakteristiky.

VÝSLEDKY

Srovnání retardačních účinků na tetraploidní odrůdě Kvarta v řízených podmínkách fytostronu

V tab. I jsou uvedeny průměrné přírůstky (v cm) po aplikaci obou přípravků. Hodnoty jsou průměrem z měření 16 rostlin jako rozdíly ve výšce v době aplikace. Výsledky ukazují, že u tetraploidní odrůdy je výsledný účinek nízké jednorázové dávky přípravku Cultar (1 mg) srovnatelný s opakovanou aplikací přípravku Alar 85 (2 mg). Současně se potvrdil větší retardační účinek opakované aplikace přípravku Alar 85 ve srovnání se stejnou dávkou aplikovanou jednorázově. Při konečném hodnocení před sečí byla výška ošetřených rostlin asi poloviční ve srovnání s kontrolou (15,08; resp. 6,7 cm).

Obdobně byla hodnocena i výška rostlin při obrůstání po seči. Hodnoty shrnuje tab. II. Je zřejmé, že retardační účinek všech přípravků se projevil na snížení počáteční výšky rostlin. Na počátku měření, tj. 18 dní po první seči, byla průměrná výška středního patra rostlin u neošetřené kontroly 11 cm, u rostlin s předcházející aplikací přípravku Cultar 2,5 až 3,1 cm a Alar 85 4,3 až 6,7 cm. Je zajímavé, že u obou přípravků se projevil dělený účinek aplikace jako účinnější i po seči. Celkově účinkuje Cultar ve stejné koncentraci intenzivněji a dlouhodoběji.

I. Průměrné přírůstky v cm po aplikaci přípravků Alar 85 a Cultar u odrůdy Kvarta – Average increments in cm after applications of the preparations Alar 85 and Cultar in the Kvarta cultivar

Datum ¹	7.1.	13.1.	15.1.	19.1.	22.1.	26.1.	30.1.
Alar ₁	3,14	5,33	6,57	6,97	7,48	7,65	7,77
Alar ₁₊₁	3,11	5,12	5,53	5,85	5,99	6,11	6,22
Alar ₂	3,19	6,40	7,16	7,74	7,83	8,07	8,12
Kontrola ²	5,63	10,77	12,16	13,13	13,76	14,42	15,08
Cultar ₁	3,64	5,88	6,23	6,43	6,58	6,67	6,73
Cultar ₁₊₁	3,33	6,23	6,71	6,87	7,01	7,06	7,07
Cultar ₂	3,32	6,11	6,69	6,95	6,99	7,06	7,07

¹date, ²control

II. Průměrná výška v cm po aplikaci přípravků Alar 85 a Cultar u odrůdy Kvarta po seči – Average height after application of the preparations Alar 85 and Cultar in the Kvarta cultivar after cutting

Datum ¹	18.2.	23.2.	2.3.	9.3.
Alar ₁	6,72	7,62	9,37	10,36
Alar ₁₊₁	4,33	4,85	6,20	7,28
Alar ₂	6,75	8,22	9,12	9,93
Kontrola ²	11,63	14,68	16,33	16,67
Cultar ₁	3,00	3,27	3,60	4,30
Cultar ₁₊₁	2,54	2,54	2,54	2,54
Cultar ₂	3,10	3,10	3,10	3,10

For 1, 2 see Tab. I

III. Změny v počtu listů v následující seči u odrůdy Kvarta – Changes in the number of leaves in subsequent cutting in the Kvarta cultivar

Datum ¹	18.2.	23.2.	2.3.	9.3.	Rozdíl o ³
Alar ₁	8,07	9,93	11,47	12,13	+ 4,06
Alar ₁₊₁	13,47	15,87	20,13	27,47	+ 14,00
Alar ₂	7,24	8,69	10,41	11,03	+ 3,79
Kontrola ²	5,53	6,33	7,33	7,80	+ 2,27
Cultar ₁	9,93	11,73	14,73	15,87	+ 5,94
Cultar ₁₊₁	10,27	12,67	15,67	16,73	+ 6,46
Cultar ₂	10,40	11,93	15,20	17,60	+ 7,20
Kontrola	6,20	7,67	9,40	10,27	+ 4,07

For 1, 2 see Tab. I, ³difference by

Při hodnocení počtu listů v další seči po aplikaci přípravků se projeví rozdíly i v tomto znaku. Ke značnému zvýšení v počtu listů došlo po aplikaci přípravku Alar 85 (opakovaně) nebo vyšší koncentraci přípravku Cultar (jednorázové). Rozdíl v počtu listů byl již patrný na začátku obrůstání, konečné hodnocení proběhlo v době kvetení. Výsledky uvedené v tab. II a III dokazují, že inhibiční účinky obou přípravků přetrvávají i v následující seči.

V době kvetení byly měřeny délky květních trubek jako průměr měření u 50 kvítků. Výsledky jsou uvedeny jako průměrné hodnoty vztažené ke kontrole a vyjádřené v procentech (tab. IV). Nejsilnější retardační účinek byl zjištěn po aplikaci přípravku Cultar v dávce 2 mg na rostlinu v dělené i jednorázové aplikaci.

IV. Délka květních trubek po aplikaci přípravků Alar 85 a Cultar (vyjádřeno v poměrných hodnotách) u odrůdy Kvarta – Length of floral tubes after application of the preparations Alar 85 and Cultar (expressed in relative values) in the Kvarta cultivar

Datum ¹	12.3.	%K	15.3.	%K	18.3.	%K	21.3.	%K
Kontrola ²	8,75	100,0	9,0	100,0	9,1	100,0	9,1	100,0
Alar ₁	9,6	109,7	9,1	101,1			8,6	94,5
Alar ₁₊₁	9,5	108,6	9,5	105,6	8,6	94,5		
Alar ₂	8,9	101,7	8,8	97,8			7,3	80,2
Cultar ₁	8,2	93,7	8,8	97,8	8,2	90,1	7,4	81,3
Cultar ₁₊₁	7,2	82,7	8,0	88,8				
Cultar ₂	6,9	78,8	8,2	91,1	8,3	91,2	7,0	76,9

For 1, 2 see Tab. I

V. Průměrné přírůstky v cm po aplikaci přípravků Alar 85 a Cultar u odrůdy Start – Average increments in cm after application of the preparations Alar 85 and Cultar in the Start cultivar

Datum ¹	16.6.	%K	19.6.	%K	25.6.	%K
Alar ₁	4,75	78,3	6,6	64,2	8,7	69,6
Alar ₁₊₁	4,3	71,7	7,6	73,8	8,8	70,4
Alar ₂	4,35	72,5	8,29	80,5	9,6	76,8
Kontrola ²	6,0	100,0	10,3	100,0	12,5	100,0
Cultar _{0,5}	3,10	67,4	7,4	86,0	9,8	89,1
Cultar ₁	4,52	97,8	7,18	83,7	9,4	85,5
Cultar ₂	4,83	104,3	9,83	114,0	12,5	114,0
Kontrola	4,59	100,0	8,59	100,0	11,0	100,0

For 1, 2 see Tab. I

Srovnání retardačních účinků na diploidní odrůdě Start v řízených podmínkách fytotronu

V tab. V jsou uvedeny průměrné přírůstky v cm u souboru 16 rostlin v jednotlivých termínech měření. Ve srovnání s hodnotami získanými u odrůdy Kvarta (tab. I) je zde výraznější retardační vliv přípravku Alar 85 ve srovnání s přípravkem Cultar. Zde je však třeba upozornit, že Cultar byl použit v nižších dávkách (0,5 až 1,5 mg na rostlinu), protože jsme předpokládali větší citlivost. Hodnocení růstu po seči (tab. VI) potvrdilo přetrvávající inhibiční účinek i po seči. Zřetelné je opět snížení počáteční výšky rostlin rostlin po seči, ale nikoliv změny v intenzitě růstu (přírůstky).

Také u odrůdy Start byl hodnocen počet listů v růžici. Tyto hodnoty neprokázaly rozdíly od kontroly, a proto zde nejsou uvedeny. Také hodnocení délek květních trubek ukázalo výrazný retardační účinek pouze při aplikaci přípravku Alar 85 v dávce 2 mg na rostlinu.

VI. Průměrná výška po aplikaci přípravků Alar 85 a Cultar u odrůdy Start po seči – Average height after application of the preparations Alar 85 and Cultar in the Start cultivar after cutting

Datum ¹	13.7.	16.7.	21.7.	27.7.
Alar ₁	7,34	10,67	12,91	16,90
Alar ₁₊₁	5,53	9,80	12,56	19,30
Alar ₂	6,28	8,73	10,89	13,10
Kontrola ²	9,03	13,33	20,60	23,20
Cultar _{0,5}	5,19	9,66	12,40	14,20
Cultar ₁	7,63	10,08	11,38	13,00
Cultar ₂	7,68	10,02	11,90	12,30
Kontrola	8,42	13,97	19,10	20,00

For 1, 2 see Tab. I

Vliv přípravku Cultar v kořenových zbytcích jetele Kvarta na následnou plodinu

Vzhledem k tomu, že se vliv retardantů projevoval i po seči, testovali jsme vliv přípravku Cultar na následnou plodinu, tj. pšenici. Byla hodnocena vzcházejivost 6. a 16. den, výška rostlin jednotlivých variant v procentech kontroly (tab. VII). Výsledky ukázaly, že ve všech variantách původně ošetřených přípravkem Cultar došlo ke snížení počtu vyklíčených obilek, současně byla snížena i výška rostlin pšenice. Během pokusu jsme pozorovali u variant původně ošetřených přípravkem Cultar žloutnutí špiček listů.

Výsledky polních pokusů

Pro potvrzení výsledků získaných ve fytotronu byly založeny polní pokusy u odrůdy Start. Aplikace na parcelky 10 m² proběhly ve třech opakováních a při

VII. Průměrné hodnoty vzcházivosti a výšky rostlin pšenice vyjádřené v procentech kontroly při aplikaci přípravku Cultar na jetel luční během vývoje (kořenové zbytky) – Average values of emergence rate

	Vzcházivost ² (%)		Výška ³ (cm)	
	6. den ⁴	16. den	6. den	16. den
Kontrola ¹	84	97	65	78
Cultar ₁	75	84	56	58
Cultar ₁₊₁	45	53	48	54
Cultar ₂	75	84	53	57

¹ control, ² emergence rate, ³ height, ⁴ day

VIII. Srovnání účinků retardantů u diploidního jetele Start v polních podmínkách (výška porostu ve dvou termínech) – Comparison of effects of retardants in diploid red clover Start in field condition (height of stand in two dates)

Přípravek ¹	Koncentrace ² (kg.ha ⁻¹)	Výška ⁴				Výnos semene ⁵		Délka kvítků ⁶	
		I		II					
		cm	%K	cm	%K	kg.ha ⁻¹	%K		%K
Alar	2	59	98,3	64	95,5	650	120,4	8,2	102,2
Alar	4	56	93,3	56	83,6	840	155,6	7,9	98,0
Alar	6	44	73,3	47	70,1	400	74,1	7,3	90,5
Cultar	2	57	95,0	58	86,6	450	83,3	7,1	88,5
Cultar	4	51	85,0	50	74,6	700	129,6	7,4	91,8
Cultar	6	49	81,6	48	71,5	480	88,9	7,1	88,9
Kontrola ²	-	60	100,0	67	100,0	540	100,0	8,1	100,0

¹ preparation, ² control, ³ concentration, ⁴ height, ⁵ seed yield, ⁶ length of florets

šířce řádků 25 cm. Postřik byl proveden 13.6.1987 a sklizeň se uskutečnila 15.9.1987. Ve dvou termínech byla hodnocena výška porostu a výnos semen. Použité koncentrace byly v přepočtu 2, 4 nebo 6 kg.ha⁻¹. Výsledky v tab. VIII dokumentují vliv obou přípravků v dávce 6 kg.ha⁻¹ jako retardační na výšku porostu a stimulující výnos semen při aplikaci 4 kg.ha⁻¹. Semenařské charakteristiky nebyly uskutečněny.

V následujícím roce byl založen pokus na parcelkách 5 m² ve druhé seči ve druhém užitkovém roce opět u odrůdy Start. Postřik porostu byl proveden 26.6. a 1.7.1988, sklizeň se uskutečnila dne 23.9.1988. Tab. IX uvádí získané výsledky včetně semenařských rozborů. Zvýšení výnosu semen bylo zaznamenáno ve všech aplikovaných dávkách. Počet semen v hlávce byl stanoven rozbohem 25 hlávek a byl po aplikaci přípravku Cultar zvýšen. Semenařské charakteristiky nebyly výrazně ovlivněny.

IX. Srovnání účinků retardantů u diploidního jetele Start v polních podmínkách (ovlivnění výnosu semene) – Comparison of effects of retardants in diploid clover Start in field conditions (affecting the seed yield)

Varianta ¹	Koncentrace ³	Výška ⁴		Výška		DKT ⁵		Počet semen v hlávce ⁶	HTS ⁷	Výnos ⁸		Klíčivost ⁹		
	kg.ha ⁻¹	cm	%K	cm	%K		%K			kg.ha ⁻¹	%K	energie ¹⁰	počet vyklíčených rostlin ¹¹	celkem ¹²
Alar	2	50,1	92,3	73,4	103,4	4,5	90,0	45,0	1,946	456	125,0	73,7	75,0	97,7
Alar	4	49,7	91,5	66,4	93,5	4,6	92,0	48,3	1,769	582	159,6	81,7	82,3	97,3
Alar	6	45,8	84,3	62,2	87,6	4,1	82,0	58,0	1,943	512	140,3	75,7	79,0	98,0
Cultar	2	48,3	89,0	67,4	94,2	4,5	90,0	69,1	1,882	419	114,8	72,0	74,3	96,7
Cultar	4	42,8	78,8	59,8	84,2	4,5	90,0	50,3	1,805	620	169,9			
Cultar	6	38,9	71,6	52,0	73,2	4,1	82,0	57,4	1,937	650	178,0	83,0	83,7	96,0
Kontrola ²	-	54,5	100,0	71,0	100,0	5,0	100,0	44,3	1,824	365	100,0	75,8	80,3	97,9

¹variant, ²control, ³concentration, ⁴height, ⁵DKT, ⁶seed number per head, ⁷TKW, ⁸yield, ⁹germinability, ¹⁰energy, ¹¹number of germinated plants, ¹²total

Výsledky aplikace retardantů v polních podmínkách jsou natolik rozdílné, že pro stanovení účinku regulátorů růstu jsou nutné řízené podmínky. Naše dřívější výsledky v regulovaných podmínkách umožnily srovnání reakce rostlin jetele na různé dávky přípravku Alar 85. Výsledky prokázaly, že u odrůdy Start je výraznější inhibice po jednorázové aplikaci, pro tetraploidní odrůdu Kvarta je vhodnější aplikace opakovaná. Rostliny pěstované ve fytotronu jsou sice celkově citlivější k aplikaci, avšak jedině tímto způsobem lze zjistit účinnost přípravků i po seči při vyloučení omývání rostlin a vyplavování z půdy.

Cultar patří k regulátorům, jejichž účinek souvisí především s inhibicí biosyntézy giberelinu (H e d d e n, G r a b e, 1985), avšak ovlivňuje i endogenní hladinu ostatních fytohormonů (Š e b á n e k et al., 1991). Jeho transport v rostlině je převážně akropetální, v oblasti subapikálního meristému zasahuje do buněčného dělení. Po aplikaci vstupuje Cultar snadno pokožkou do rostliny, kde buď přetrvává v místě aplikace (S t e f f e n s et al., 1985), nebo je transportován směrem bazipetálním do kořene. Z výsledků je pravděpodobné, že i při důsledné aplikaci na nadzemní část je Cultar transportován do kořenů, kde může přetrvat po dobu růstu a vývoje, ale přetrvat může i v kořenových zbytcích. Toto zjištění je důležité zejména pro víceleté plodiny.

Výnos semen závisí na kvalitním opylení a po aplikaci retardantů se předpokládá, že retardační účinek se projeví ve zkrácení květních trubek, případně jejich rozšíření. Tím se zlepší dostupnost nektaru a zvýší se atraktivnost pro opylovače. Tetraploidní odrůdy mají ve srovnání s diploidními odrůdami větší květní trubku (až o 1 mm), avšak současně mají i více nektaru, takže dostupnost není snížena. Podstatnější se zdá složení nektaru, zejména podíl jednotlivých cukrů (H a l s b a c h o v á, 1977; H a l s b a c h o v á, V e s e l ý, 1981). Délka květní trubky kolísá podle ročníku, seče a mění se i v průběhu kvetení. Výsledky některých autorů potvrzují, že nejvhodnější je proces šlechtění, u kterého lze dosáhnout zkrácení až o 1 mm. Při našich měřeních šlo o zachycení případných rozdílů po aplikaci retardantů a z tohoto pohledu byly hodnoty vyjádřené v procentech kontroly jako velmi vhodné. Z výsledků vyplývá, že ke krácení květních trubek i jejich rozšíření dochází po aplikaci přípravku Cultar.

Zvýšení počtu kvítků v hlávce, případně počet hlávek na plochu jsou často znaky, které jsou aplikací přípravku Alar 85 nejvíce ovlivněny (H u l e w i c z et al., 1977; F o j t í k et al., 1976). Z hlediska výnosu semen je však podstatná regulace začátku kvetení podle termínu aplikace a použité koncentrace. Tím lze posunout průběh kvetení i dozrávání semen do příznivějších povětrnostních podmínek. Výsledkem je zvýšení podílu vyvinutých semen.

Termíny aplikace jsou u retardantů různé, od vegetativního růstu až po častější aplikace v butonizaci nebo začátku kvetení. Nám se zdá, že retardační účinek přetrvává přes celé období až do kvetení, přičemž negativní vliv na kvalitu semen nebyl zjištěn. Ze srovnání obou testovaných přípravků na jeteli lučním v polních i v řízených podmínkách lze upozornit na dlouhodobější retardační účinek přípravku Cultar.

Literatura

- FOJTÍK, A. - SVĚTLÍK, V. - HALSBACHOVÁ, H.: Vliv Alaru a B-nine na morfologické znaky a semenářskou výnosnost tetraploidního jetele lučního (*Trifolium pratense* L.). Rostl. Vyr., 22, 1976, č. 7, s. 701-708.
- HALSBACHOVÁ, H.: Atraktivnost tetraploidního jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) pro včelu medonosnou *Apis mellifera* L. Věd. Práce Vězk. Úst. včel., 1977, s. 75-85.
- HALSBACHOVÁ, H. - VESELÝ, P.: Opylování tetraploidního jetele lučního (*Trifolium pratense* L.). Acta Vys. Šk. zeměd., Řada A, 1981, č. 1-2, s. 155-156.
- HEDDEN, P. - GRABE, J. E.: Inhibition of gibberellin biosynthesis by Paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. J. Pl. Growth Reg., 1985, č. 2, s. 111.
- HOFBAUER, J. - HRUŠKOVÁ, H. - RAUSCHEROVÁ, L.: Optimální podmínky pro růst a vývoj vojtěšky a jetele. [Závěrečná zpráva.] Troubsko, VŠÚP 1985.
- HULEWICZ, T. - DYŠ, B. - WIONCEK, J.: Influence on Alar 85 on flower biology pollination and seed setting in red clover. Pszczel. Zesz. nauk., 1977, s. 197-203.
- HULEWICZ, T. - WIONCEK, J. - DYŠ, B.: The germination of red clover seed as effected by different growth substances. Seed Sci. Technol., 1975, č. 3, s. 591-586.
- CHOO, T. M.: Effect of Alar on seed yield of red clover. Forage Notes, 1983, č. 27, s. 22-23.
- CHRISTIE, B. R. - CHOO, T. M.: Effects of harvest time and Alar 85 on seed yield of red clover. Can. J. Pl. Sci., 1990, č. 70, s. 869-871.
- JAKEŠOVÁ, H. - SVĚTLÍK, V.: Aplikace mikroelementů v kombinaci s morforegulatory u tetraploidních odrůd jetele lučního. In: Sbor. věd. Prací Vězk. šlecht. Úst. pčnin. Troubsko, 1987, č. 10, s. 23-31.
- RAUSCHEROVÁ, L. - HOFBAUER, J. - HRUŠKOVÁ, H.: Aplikace Cultaru na jetel luční. Úroda, 1988, č. 7, s. 303-304.
- PEREPRAVO, N. I. - ANTONOV, V. I.: Vlijanie regulatorov rosta na semennuju produktivnost klevera lugovogo. Chim. seř. Choz., 22, 1984, č. 11, s. 48-49.
- STEFFENS, G. L. - BYUN, J. K. - WANG, S. Y.: Controlling plant growth via gibberellin biosynthesis system. Physiol. Pl., 1985, č. 63, s. 163-169.
- ŠEBÁNEK, J. - KLÍČOVÁ, Š. - KRÁLÍK, J. - PSOTA, V. - VÍTKOVÁ, H.: The effect of paclobutrazol on the level of endogenous IAA in relation to the rooting of cuttings and abscission of petioles. Biochem. u. Physiol. Pfl., 187, 1991, s. 89-94.

Došlo 21. 1. 1993

RAUSCHEROVÁ, L. - HOFBAUER, J. (Institute of Systematic and Ecological Biology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Brno; Research Institute for Fodder Plants, Troubsko):

Comparison of retarding effects of preparations Cultar and Alar 85 in red clover.
Rostl. Vyr., 39, 1993 (7) : 603-612.

Growth regulators of a retardant affect not only plant height and tillering but also changes during flowering and in floral morphology. All these changes can be manifested in seed yield. The effect of retardants is usually of long-term character, this is important especially in crops giving more cuts per year, and it can significantly affect growth and development after cutting. In spite of this fact, the duration of persisting inhibitory effect is not usually investigated. In this study, an intensity and duration of Cultar and Alar 85

preparations applied to diploid or tetraploid red clover plants are compared. Plant height, number of rosette leaves and changes in floral morphology were evaluated under controlled conditions.

The results obtained after the application of both regulators with different concentrations at the tetraploid cultivar Kvarta are given in Tabs I to III. The growth (in cm) is evaluated on the base of differences in the average height of 16 plants (Tab. I). A strong inhibition, effects of both regulators were observed. These effects were more significant after repeated application of Alar 85. The decrease in the initial height of treated plants in regrowth (Tab. II) showed a persisting effect after the cutting, similarly to the results presented in Tab. III, where the increase in number of rosette leaves is presented.

Similar results, concerning the diploid cultivar Start, are given in Tabs V and VI. The overlasting effect of applied Cultar reduced the initial plant height (Tab. VI). A more significant effect of Alar 85 in a 2 mg concentration per plant can be seen in Tab. V. The differences in number of leaves in the treated and control plants were not found out.

Changes in the floral morphology are evaluated on the base of corolla tubes lengths appeared following the application, especially in the tetraploid cultivar Kvarta (Tab. IV). The effect on the diploid cultivar Start was not so apparent.

A persisting retarding effect of Cultar was tested on wheat sown in pots with root residues of treated clover Kvarta. Tab. VII shows percentages of emergence rate evaluated on days 6 and 16 day after seeding and wheat plant height are given. Lower values show a persisting retarding effect of Cultar in root remains.

The effect of both regulators on diploid clover Start was investigated in two-year experiments under field conditions. Stand height, seed yield and individual seed characteristics were evaluated. The total stand height decreased and the effect on seed yield depending on the concentration used was found out (Tab. VIII). Seed characteristics were not affected by an application of both regulators.

Kontaktní adresa:

RNDr. Líbuše R a u s c h e r o v á , CSc., Ústav systematické a ekologické biologie,
AV ČR, Poříčí 3b, 603 65 Brno

REAKCIA ODRÔD OZIMNEJ PŠENICE NA INTERAKČNÉ PÔSOBNIE DUSÍKATEJ VÝŽIVY A RETARDANTA RASTU

Z. Jureková, J. Repka

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

V pokuse s piatimi odrodami ozimnej pšenice (*Triticum aestivum* L.) sme pri rovnakých podmienkach pestovania získali rastlinný materiál s rozdielnym habitusom a hmotovými parametrami. Rastliny ošetrované vo vegetatívnej fáze koniec odnožovania foliárnym dusíkom a vo fáze začiatok steblovania retardačnou látkou v závislosti na odrodove podmienených vlastnostiach reagovali rozdielne na uvedený typ ošetrovania. Odrody, ktoré akumulujú organickú hmotu prednostne vo vegetatívnych orgánoch, sú vo vhodnej rastovo-fenologickej fáze citlivé na aplikáciu dusíka a na následnú retardáciu s pozitívnym účinkom na produkciu zrna. Odrody, ktoré akumulujú málo suchej hmoty vo vegetatívnych orgánoch a distribuujú organickú hmotu prednostne do klasu a jeho štruktúr, sú málo citlivé na uvedený typ regulácie, ktorá nemá pozitívny účinok na výšku produkcie. Ošetrovanie rastlín ozimnej pšenice retardačnou látkou spôsobilo inaktiváciu voľných foriem endogénnych gibberelínov.

Z množstva štúdií týkajúcich sa účinkov dusíkatej výživy na produkciu obilnín vyplýva, že dusík je faktor, ktorým je možné najvariabilnejšie ovplyvniť výšku a kvalitu úrody.

V posledných rokoch sa aj v našich podmienkach využívajú pozitívne účinky delenej výživy dusíkom, aplikovanej najmä po prechode rastlín do generatívnej fázy rastu a neskôr v rámci tzv. produkčného hnojenia. Zvýšené dávky dusíka, aplikované na rastúce orgány, sú však limitované ich zintenzívneným predĺžovacím rastom a náchylnosťou k poliehaniu, ktorá je často korigovaná aplikáciou retardantov, ktoré sú od 60. rokov využívané aj na elimináciu účinkov zvýšených dávok dusíka.

Interakčný účinok výživy dusíkom a následnej retardácie je často pozitívny, ale často spôsobuje aj depresie produkcie. Preto je predmetom mnohých analýz, najmä z hľadiska pôsobenia klimatických faktorov (Grunert, 1979 - cit. Hoffman a nn, 1980), obdobia aplikácie dusíka (Hanus, 1975; Szirtes et al., 1982), typu a doby aplikácie retardačnej látky a reakcie odrôd (Szirtes et al., 1982; Malý, Hakauf, 1987).

Naše viacročné experimentálne práce v oblasti hormonálnej podmienenosti rastu a ontogenézy orgánov nás vedú k vysloveniu predpokladu, že reakcia orgánov celistvej rastliny na retardáciu je závislá od ich rastového stavu a endogénnej hormonálnej hladiny.

Na príklade piatich odrôd ozimnej pšenice a ich rozdielneho rastového a hmotového utvárania (v rovnakých podmienkach pestovania) uvádzame výsledky, ktoré sme získali ako reakciu rastlín na aplikáciu foliárne aplikovaného dusíka v rastovo-fenologickej fáze koniec odnožovania a následnú aplikáciu retardačnej látky vo

fáze začiatok steblovania. Výsledky sú interpretované aj z hľadiska interakčného účinku dusíka a regulačnej látky na produkčné ukazovatele a výslednú produkciu zrna.

MATERIÁL A METÓDA

Rastlinný materiál bol pestovaný vo vegetačných nádobách o hmotnosti 35 kg zeminy. Obsah čistých živín bol vypočítaný na základe chemickej analýzy pôdy a upravený na úroveň 120 kg N, 62 kg P₂O₅ a 149 kg K₂O.

Do každej nádoby bolo vysiatych 100 zŕn z jednotlivých odrôd ozimnej pšenice (*Triticum aestivum* L.). Sledované odrody boli: Roxana, Agra, Selekt, Hela, Košútka. Pokus bol vystavený prirodzeným podmienkam vo vegetačnej kletke. V rastovo-fenologickej fáze koniec odnožovania bol na vyjednotené rastliny foliárne aplikovaný 2,0 mM roztok dusičnanu amónneho. Na začiatku steblovania boli pokusné rastliny ošetrované retardáčnou látkou sodná soľ α -dichlórizomaslovej kyseliny o koncentrácii 50 mg.kg⁻¹. Kontrolné rastliny boli súbežne ošetrované rovnakým množstvom destilovanej vody. Pred retardáciou a 48 h po nej boli vo vegetatívnych orgánoch kontrolných a pokusných rastlín stanovené endogénne giberelíny. Izolácia, rozdelenie a biologická testácia boli urobené tak, ako popísali J u r e k o v á , R e p k a (1973).

V rastovo-fenologickej fáze koniec odnožovania (pred ošetrovaním a pri zbere) boli urobené rastové a hmotové charakteristiky orgánov pokusných rastlín. Boli stanovené produkčné ukazovatele a výsledná produkcia zrna. Výsledky sú priemerom piatich opakovaní.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rastová analýza v rastovo-fenologickej fáze koniec odnožovania (Feekes 5) ukázala, že rastliny jednotlivých odrôd majú rozdielny habitus, o čom svedčia počty listov hlavného stebľa, počty odnoží a listov odnoží. Hmotové charakteristiky nadzemných vegetatívnych orgánov poukazujú na rozdielnu schopnosť tvoriť a akumulovať suchú hmotu. Z porovnávaných odrôd dosiahli maximálnu hmotnosť nadzemných orgánov rastliny odrody Košútka s najvyššou hmotnosťou listov beznodového stebľa i odnoží. Najnižšie ukazovatele hmoty mali rastliny odrody Hela a Selekt, aj z dôvodov menšieho počtu a nízkej hmotnosti odnoží (tab. I).

Ošetrovanie rastlín foliárnym dusíkom a následná retardácia sa v rastových procesoch a najmä v hmotovom utváraní rastlín prejavili špecificky. U odrody Hela (tab. II) sa po ošetrovaní zvýšila celková hmotnosť vegetatívnych orgánov o 16,53 %, hmotnosť klasu o 30,80 %, hmotnosť zrna hlavného klasu o 43,06 %. Podobné hmotové utváranie sme zaznamenali u rastlín odrody Roxana. U odrôd Košútka a Agra bola po aplikácii dusíka a následnej retardácii spomalená akumulácia hmoty do vegetatívnych orgánov. Zároveň pri zbere sme u oboch odrôd zaznamenali zvýšenie hmotnosti zrna. Selekt, u ktorej sa počas vegetácie akumulovalo najmenej hmoty vo vegetatívnych orgánoch (0,834 g.rastlina⁻¹), mala najvyššiu produkciu zrna (0,930 g.klas⁻¹) a prejavila najvýraznejšie svoju potenciálnu produkčnú schopnosť. Ošetrovanie dusíkom a retardácia tu mali však negatívne účinky na hmotnosť zrna v klase (-9,23 %).

I. Rastové a hmotové parametre piatich odrôd ozimnej pšenice v rastovo fenologickej fáze koniec odnožovania – Parameters of growth and biomass production of winter wheat varieties at the end of tillering

Odroda ¹	Počet listov ²		Počet odnoží ⁵	Ukazovatele hmotnosti vegetatívnych orgánov ⁶ (g.r ⁻¹)				
	hlavného stebľa ³	odnoží ⁴		listy ⁷	steblo ⁸	hlavná rastlina ⁹	odnože ¹⁰	nadzemné orgány celkovo ¹¹
Hela	6,50 + 0,44	6,18 + 0,27	2,50	0,1061	0,0616	0,1677	0,1037	0,2714
Agra	6,25 + 0,50	9,38 + 0,68	3,13	0,0957	0,0609	0,1566	0,1629	0,3195
Košútka	7,54 + 0,69	10,35 + 0,85	3,00	0,1123	0,0847	0,1970	0,1001	0,3871
Roxana	7,38 + 0,50	8,90 + 0,58	3,00	0,1105	0,0667	0,1772	0,1318	0,3090
Selektia	6,44	7,20 + 0,10	2,33	0,1111	0,0721	0,1832	0,1062	0,2894

¹ cultivar, ² number of leaves, ³ main stem, ⁴ tillers, ⁵ number of tillers, ⁶ weight indicators of vegetative organs, ⁷ leaves, ⁸ stem, ⁹ main plant, ¹⁰ tillers, ¹¹ above-ground organs in total

1. Obsah endogénnych giberelínov vo vegetatívnych orgánoch ozimnej pšenice pred a po ošetrení retardačnou látkou – The contents of endogenous gibberellins in vegetative organs of winter wheat prior to and following treatment by a retardant

A - pokusné rastliny pred ošetrením - experimental plants prior to treatment

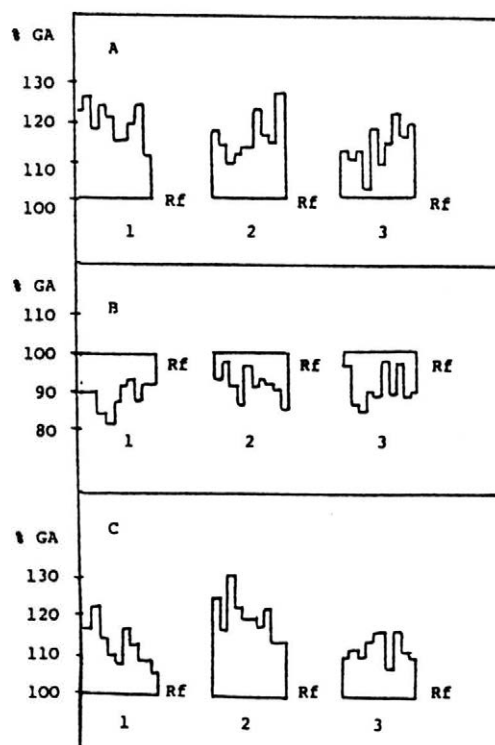
B - rastliny 48 h po aplikácii retardačnej látky - plants 48 hours following the application of retardant

C - kontrolné rastliny bez ošetrenia (kontrola variantu B) - control plants without treatment (control of B variant)

1 - list - leaf

2 - steblo - stem

3 - koreň - root



II. Hmotnosť biomasy a výsledná produkcia zrna piatich odrôd ozimnej pšenice po ošetroení foliárnym dusíkom a retardácii – Effect of nitrogen and growth retarding substance treatments on biomass and grain production of winter wheat varieties

Odroda ¹		Celková absolútna suchá hmotnosť vegetatívnych orgánov ⁴ (g.r ⁻¹)	Relatívne ku kontrole ⁵	Absolútna hmotnosť klasu ⁶ (g.klas ⁻¹)	Relatívne ku kontrole ⁵	Absolútna hmotnosť zrna ⁶ (g.klas ⁻¹)	Relatívne ku kontrole ⁵
Hela	kontrola ²	0,901	100	0,879	100	0,692	100
	N+retardácia ³	1,050	116,53	1,150	130,80	0,950	143,06
Agra	kontrola	0,979	100	0,921	100	0,656	100
	N+retardácia	0,938	95,85	0,979	106,29	0,849	129,42
Košíutka	kontrola	1,051	100	0,762	100	0,570	100
	N+retardácia	0,978	93,05	0,844	110,59	0,675	128,38
Roxana	kontrola	0,913	100	0,891	100	0,684	100
	N+retardácia	0,992	108,53	1,224	137,37	0,933	136,40
Selekta	kontrola	0,834	100	1,152	100	0,930	100
	N+retardácia	0,927	111,15	1,154	100,17	0,846	90,97

¹cultivar, ²control, ³retardation, ⁴total absolute dry mass weight of vegetative organs, ⁵relatively to control, ⁶absolute weight of ear, ⁷absolute grain weight

Porovnanie popísaných výsledkov umožňuje konštatovať, že rastliny (kontrolné varianty Agra a Košíutka), ktoré v priebehu svojej ontogenézy akumulujú organickú hmotu prednostne vo vegetatívnych orgánoch, tvoria neskôr produkčné orgány, v ktorých je hmotnosť zrna veľmi nízka. Na ošetroenie dusíkom a retardáciu reagujú takto sformované rastliny zníženou distribúciou suchej hmoty do listov a jej usmernením do klasu (Agra +29,42 %, Košíutka +28,38 %). K objasneniu podmienok regulácie rastového a produkčného procesu bezprostredne prispieva aj detekcia hladiny endogénnych hormonálnych látok, a to pred a po ošetroení regulačnou látkou.

V súhlase s údajmi autorov, ktorí uvádzajú, že minerálne živiny (Wagner, Michael, 1971; Goldbach et al., 1975) a regulačné látky (Zmrhal, 1980; Jureková, 1987) realizujú svoje účinky cez endogénny hormonálny systém, sme zisťovali obsah endogénnych giberelínov vo vegetatívnych orgánoch pokusných rastlín pred aplikáciou retardačnej látky a 48 h po nej. Je známe, že väčšina retardantov brzdí syntézu giberelínov blokovaním cyklizácie ich molekuly (Farkas, 1978), čo zdôvodňuje potrebu kontroly endogénnej hladiny najmä tohto typu hormónu.

Výsledky (obr. 1) dokumentujú, že vo vegetatívnych orgánoch ozimnej pšenice (Feekes 5) je relatívne vysoký obsah endogénnych giberelínov (obr. 1A). Potvrďuje sa aj negatívna korelácia medzi obsahom v nadzemných častiach a koreni, ako to skôr potvrdili Repka, Jureková (1975). Po stanovení obsahu sledovaných látok boli rastliny rozdelené na pokusný (obr. 1B) a kontrolný (obr. 1C) variant. Pokusné rastliny boli ošetrované retardačnou látkou. Následná analýza giberelínov (po 48 h) ukázala na rýchlu prestavbu hormonálneho systému. Vo všetkých analyzovaných orgánoch sme zaznamenali hlbokú depresiu obsahu giberelínov. V extraktach boli prítomné len inhibičné látky. Z hormonálneho hľadiska sa nezachoval žiaden vzťah medzi sledovanými orgánmi. Súbežná analýza kontrolných (neošetrovaných) rastlín (obr. 1C) tendencie simuluje stav v orgánoch rastlín pred ošetrovaním s miernymi kvantitatívnymi rozdielmi.

Pre realizáciu ďalšieho ontogenetického programu bude pre tieto rastliny dôležité, ako rýchlo obnovia svoju optimálnu hormonálnu bilanciu, ktorá by zabezpečila rast orgánov a ich štruktúru. Szirtes (1984) k tomuto problému uvádza, že po aplikácii retardačnej látky bude rastovo-produkčné formovanie rastliny závislé na pôsobení klimatických faktorov a agrotechnických opatrení, ktoré boli aplikované pred ošetrovaním, prípadne po ošetrovaní.

Literatúra

- FARKAS, G.: A biológiai szabályozás. Budapest, Medicina kiadó 1978, s. 197-219.
- GOLDBACH, E. - GOLDBACH, H. - WAGNER, H. - MICHAEL, G.: Influence of N-deficiency on the abscisic acid content of sunflower plants. *Physiol. Plant.*, 34, 1975, s. 138-140.
- HANUS, H.: Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der Landwirtschaftshammer Schleswig-Holstein, 274, 1975, s. 3-12.
- HOFFMANN, G.: Einsatz von Halustabilisatoren bei Getreide. Berlin, 18, 1980, č. 15, s. 44.
- JUREKOVÁ, Z.: Niektoré aspekty endogénnej a exogénnej regulácie rastu a produktivity rastlín. In: Sbor. Ref. Využití regulátorů růstu v rostlinné výrobě, Praha, 1987, s. 86-89.
- JUREKOVÁ, Z. - REPKA, J.: Heterogeneity of the content of endogenous gibberellins in the leaves of winter wheat in relations to their insertion and ontogeny. *Biol. Plant.*, 15, 1973, s. 305-311.
- MALÝ, J. - HAKAUF, J.: Reakce současných odrůd ozimé pšenice na CCC. In: Sbor. Ref. Využití regulátorů růstu v rostlinné výrobě, Praha, 1987, s. 31-41.
- REPKA, J. - JUREKOVÁ, Z.: Funkčné vzťahy orgánov v ontogenéze. *Acta Univ. agric.*, 23, 1973, č. 4, s. 901-910.
- SZIRTES, V.: Hormonális szabályozás, levéltrágyázás II. Szántóföldi kultúrák. *Mezőszd. kiadó*, 1984, s. 33-48.
- SZIRTES, V. - SZIRTES, J. - VARGA, S. - MÁTÉ, J. - CSIBOR, J.: Növekedésszabályozással a rekord búzatermésért. *Vetőmaggazdálkodás*, 9, 1982, č. 3, s. 21 - 34.
- WAGNER, H. - MICHAEL, G.: Der Einfluss unterschiedlicher Stickstoffversorgung auf die Cytokininbildung in Kurzeln von Sonnenblumenpflanzen. *Biochem. Physiol. Pfl.*, 162, 1971, s. 147-158.
- ZMRHAL, Z.: Dosavadní a nové způsoby použití regulátorů růstu v rostlinné výrobě. In: Sbor. Ref. Využití regulátorů růstu v rostlinné výrobě, Praha, 1990, s. 14.

Došlo 21. 1. 1993

Response of winter wheat varieties on interrelationship influence of nitrogen nutrition and growth retardant application.

Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 613-618.

Plant material differed in habitus and mass production. Parameters were obtained in experiment conducted with five varieties of winter wheat grown in plastic pots. The plant showed differences in number of leaves, tillers, and leaves on tillers.

Differences in ability to synthesize and accumulate organic matter were observed by plant organs dry biomass analysis (Tab. I). The lowest weight of vegetative plant organs was found for Hela and Selecta varieties. Košútka variety showed the highest plant vegetative organs weights.

Plants sprayed with a nitrogen solution (ammonium nitrate, 2.0 mM) in growth phase at the end of tillering and with a growth retardant at the beginning of stem elongation were affected in different way, according to the properties of varieties.

Varieties, accumulating organic matters mainly in vegetative organs, are sensitive in suitable growth phase to nitrogen application and following growth retardant application, and a positive effect was achieved for the grain production.

Varieties, accumulating a little dry matters in vegetative organs (these are preferably distributed into ear structures), are less sensitive to the above mentioned type of regulations which do not have a positive influence on the grain production (Tab. II).

The vegetative organs of plants were marked for relatively high levels of endogenous gibberellin-like substances. A negative correlation in gibberellin-like substances between root and stem was found. The treatment of winter wheat plants with growth retardant substance inactivated free forms of gibberellins.

Kontaktná adresa:

Doc. RNDr. Zuzana Jureková, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

MRAZUVZDORNOST OZIMÝCH JEČMENŮ VE VZTAHU K JEJICH RŮSTU A VÝVOJI

P. Prášilová, I. Prášil, K. Papazisis

Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně

Ozimý ječmen, odrůdy Borwina, Lunet a Okal byly vysety ve čtyřech různých termínech na podzim. Nejvyšší úroveň mrazuvzdornosti vykazovaly rostliny, které byly ve fázi odnožování, a nezáleželo na tom, zda měly jednu nebo více odnoží. S oteplením v zimě a na jaře rychle klesala jejich mrazuvzdornost, takže v březnu a na počátku dubna byly rozdíly v odolnosti mezi odrůdami a výsevy malé. V jarním období pak byla aktuální mrazuvzdornost ovlivněna především vnějšími teplotami, rostliny přitom byly schopny zvýšit odolnost při poklesu teplot, i když některé z nich již byly v reprodukční fázi. Nejvyšší mrazuvzdornost dosahovaly rostliny vyseté v druhé polovině září. Nejvhodnější dobou pro porovnávání odolnosti odrůd byl prosinec. Naše nové odrůdy se svou mrazuvzdorností plně vyrovnaly německé odrůdě Borwina.

Ozimý šestiřadý ječmen patří mezi obilniny, jejichž pěstitelská plocha se u nás v poslední době zvětšovala. Rostliny ječmene jsou přitom hodnoceny jako nejméně odolné z ozimých obilnin vůči vyzimování (S e g e t a , 1968). Tato vlastnost souvisí s poměrně silnou kryptovegetací, tzn. rostliny velmi snadno obnovují růst a vývoj v příznivých teplotních a povětrnostních podmínkách během zimního a předjarního období. Jarovizační a fotoperiodické požadavky jsou u ječmene méně vyvinuty. Přejít z vegetativní do generativní fáze vývoje je spojen s poklesem mrazuvzdornosti a schopnosti se znovu otužit (P e t r et al., 1983a).

Mrazuvzdornost ozimého ječmene je uváděna v hodnotách letální teploty (LT_{50}), tj. teploty na úrovni odnožovacího uzlu, která způsobuje 50% odumření rostlin. Minimální hodnoty LT_{50} (největší odolnost) u ječmene uvádí K o c h (1977) mezi -12 a -14 °C, S e g e t a (1974) od -13 do -15 °C podle odrůd, podobně F o w l e r , C a r l e s (1979) pro nejodolnější odrůdy ječmene kolem -15 °C.

Za optimální stav vývoje ozimého ječmene před nástupem zimy považují P e t r et al. (1985) takové rostliny, které do 15. 11. mají dvě až tři odnože (Š p a l d o n et al., 1986), délka rostlin dosahuje 10 až 13 cm, sušina 0,1 až 0,2 g a vývojová etapa vzrostného vrcholu je II až III podle stupnice Kupermanové. Dosažení tohoto stavu souvisí s vhodným termínem výsevu. Optimální dobu setí ječmene pro řepářskou výrobní oblast doporučuje F o l t ý n (1961) 6.9. až 21.9., Š p a l d o n et al. (1986) 15.9. až 25.9., P e t r et al. (1983b) 6.9. až 20.9. Doba setí je důležitá nejen z hlediska vývinu rostlin (počet listů, odnoží atd.), ale i pro vytvoření dostatečného množství zásobních látek v rostlinných pletivech (S e g e t a , 1968).

P e t r et al. (1985) na základě rozboru růstu a vývinu odrůd ozimého ječmene v první polovině 80. let (Erfa, Borwina, Kiruna, Miráž, NR 468, Plana) ukázali optimální dobu setí ve druhé až třetí dekádě září. V současné době nastupují naše nové

a výkonné odrůdy Lunet, Okal, Kromoz a další novošlechtění, které se vyrovnají dosud nejvíce pěstovaným zahraničním odrůdám.

Stav růstu a vývoje rostlin ozimého ječmene je tedy velmi důležitý pro úspěšné přezimování porostů. Dosud však nebyl tento stav zkoumán ve vztahu ke změnám odolnosti rostlin vůči mrazu. Proto cílem naší práce bylo zjistit vztah růstu, vývoje a mrazuvzdornosti současných odrůd ozimého ječmene během celého zimního období a počátku jara, kdy se obnovuje vegetace a ještě se často vyskytují jarní mrazíky.

MATERIÁL A METODA

Osivo odrůd šestiřadého ozimého ječmene Borwina (NDR), Lunet a Okal (obě ČR) jsme získali z ÚKZÚZ Brno. Osivo stejné hmotnosti bylo vyseto na maloparcelkové polní pokusy ve VÚRV Praha-Ruzyně secím strojem OYORD (Wintersteiger, Rakousko). Pracoviště Praha-Ruzyně patří do řepařské výrobní oblasti. Odrůda Borwina byla sledována po čtyři pokusné roky 1988 až 1991, Lunet dva roky 1990 až 1991 a Okal v roce 1990. V každém roce bylo zvoleno několik termínů výsevů, abychom mohli srovnat rostliny odrůd v různém růstovém a vývojovém stavu. Termíny výsevu (tab. I) jsme pro přehlednost rozdělili do čtyř skupin v rozmezí 1. výsev (1. až 15. 9.), 2. výsev (16. 9. až 30. 9.), 3. výsev (1. 10. až 15. 10.), 4. výsev (16. 10. až 30. 10.). V závislosti na vzcházení jsme od listopadu až do poloviny dubna odebírali rostliny z pole a stanovili u nich růstovou fázi, vývojovou etapu a aktuální odolnost vůči mrazu.

Růstovou fázi (makrofenologii) jsme určili podle mezinárodní stupnice s desetinným kódem (Zadoks), kterou publikovala podrobně Nátrová (1992) a kde je rovněž uvedeno její srovnání s dosud nejvíce používanou stupnicí Feekesovou. Námi stanovené fáze byly 11 až 19, (tj. fáze vyvinutého jednoho až devíti a více listů), 21 až 29 (fáze odnožování s jednou až devíti a více odnožemi). Růstovou fázi jsme určili na základě rozboru 20 rostlin.

Vývojovou etapu (mikrofenologii) jsme stanovili podle nově navrhnuté stupnice s desetinným kódem (Nátrová, Jokeš, 1993), kde na základě morfologických změn na vzrostném vrcholu je popsáno 10 základních etap, dále dělených na 10 podetap. Vzhledem k dosud často užívané stupnici podle Kupermanové uvádíme pro srovnání: I. etapa podle Kupermanové = 11. etapě desetinné stupnice (krátký vrchol s jedním až dvěma založenými listy), II. etapa = 13. etapě (začátek prodlužování vzrostného vrcholu), III. etapa = 19. etapě (vytvoření hrbolek, základů listů podél celého prodlouženého vrcholu), IV. etapa = 26. etapě (prodlužování základů klásků), V. etapa = 30. etapě (založení prvních kvítků v klásku). Vegetativní období je označováno do 19. etapy, reprodukční období od 20. etapy, tj. od vytváření dvojitých hrbolek. Vývojová etapa byla stanovena s použitím binokulární lupy na šesti až 10 rostlinách.

Sušina byla stanovena z rostlin zbavených kořenů, případně obilky a vysušených při 90 °C po dobu 24 h. Jsou udány průměrné hodnoty pro 10 rostlin ze dvou až tří opakování.

Aktuální mrazuvzdornost odebraných rostlin byla stanovena polně laboratorní metodou (Prašíl et al., 1989). Rostliny po mechanickém očištění od zeminy byly

I. Růst, vývoj a dosažená největší mrazuvzdornost (tj. min LT₅₀) ozimého ječmene v prosinci a nejnižší mrazuvzdornost (tj. max. LT₅₀) v březnu – Growth, development and highest frost hardiness obtained (i.e. min. LT₅₀) of winter barley in December and the lowest frost hardiness (i.e. max. LT₅₀) in March

Označení výsevu ¹ (1. - 4.)		Datum výsevu ²	Setí - - vzejití (dny) ³	Hodnocení ⁴									
				prosinec ⁵					březen ⁶				
				datum odběru ⁷	růstová fáze ⁸	vývojová etapa ⁹	sušina ¹⁰ (g)	LT 50 (°C)	datum odběru	růstová fáze	vývojová etapa	sušina (g)	LT 50 (°C)
Borwina 1988 - 1989	1.	15. 9.	9	3. 1.*	28	19	2,99	-13,9	13. 3.	29	26	5,04	-7,3
	3.	4. 10.	11	3. 1.*	22	16	0,84	-14,0	13. 3.	26	22	1,57	-7,6
	4.	18. 10.	21	3. 1.*	12	12	0,19	-12,1	13. 3.	21	19	0,32	-7,5
Borwina 1989 - 1990	3.	6. 10.	12	28. 12.	22	19	0,86	-14,2	12. 3.	29	27	2,84	-8,8
	4.	23. 10.	11	28. 12.	12	12	0,16	-12,9	12. 3.	22	22	0,69	-8,4
Borwina 1990 - 1991	2.	27. 9.	10	4. 12.	23	16	1,40	-14,1	26. 3.	26	26	2,17	-6,4
	3.	15. 10.	18	4. 12.	12	13	0,21	-12,2	26. 3.	21	19	0,41	-5,9
Borwina 1991 - 1992	1.	5. 9.	20	2. 12.	22	13	1,28	-13,9	26. 3	22	22	1,10	-7,2
	2.	24. 9.	11	2. 12.	21	13	0,60	-13,9					
	3.	14. 10.	45	nevzešel ¹¹									
Lunet 1990 - 1991	2.	27. 9.	10	4. 12.	22	19	1,46	-15,1	26. 3.	26	30	2,48	-5,6
	3.	15. 10.	18	4. 12.	12	12	0,20	-11,8	26. 3.	21	19	0,42	-4,8
Lunet 1991 - 1992	1.	5. 9.	20	2. 12.	21	13	1,13	-15,6	26. 3.	23	26	1,56	-7,6
	2.	24. 9.	11	2. 12.	21	13	0,57	-14,3					
	3.	14. 10.	45	nevzešel									
Okal 1990 - 1991	2.	27. 9.	10	10. 12.	22	19	1,57	-14,3	26. 3.	25	30	2,59	-6,0
	3.	15. 10.	18	*					26. 3.	21	19	0,47	-5,4

* v prosinci nebyla provedena analýza¹²

¹ designation of sowing, ² sowing date, ³ sowing - emergence (days), ⁴ evaluation, ⁵ December, ⁶ March, ⁷ date of sampling, ⁸ growth stage, ⁹ developmental stage, ¹⁰ dry mass, ¹¹ not emerged, ¹² analysis was not carried out in December

nasvazkovány po 10 kusech a vystaveny mrazovým teplotám v laboratorních mrazících pultech. Rychlost mrznutí a tání byla 2 °C za 1 h. Pro každé stanovení bylo užito nejméně pět odlišných intenzit mrazu tak, aby po třítýdenní kultivaci rostlin ve skleníku mohla být vypočítána letální teplota (LT₅₀).

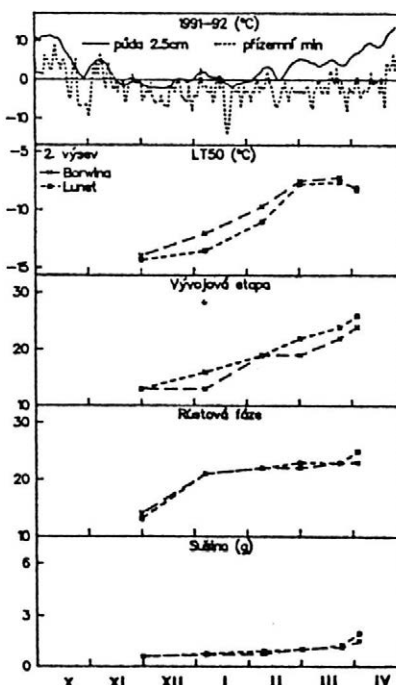
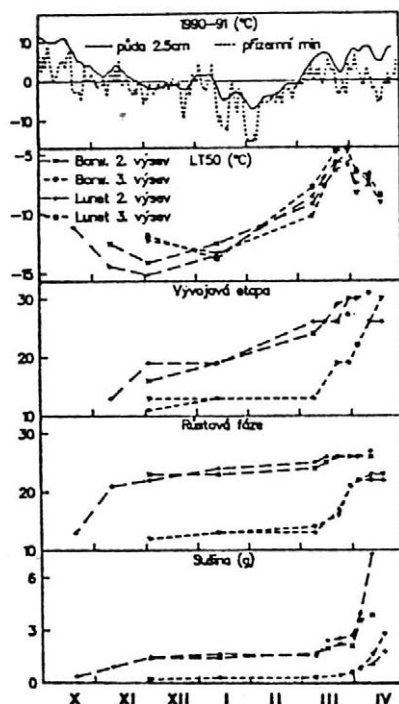
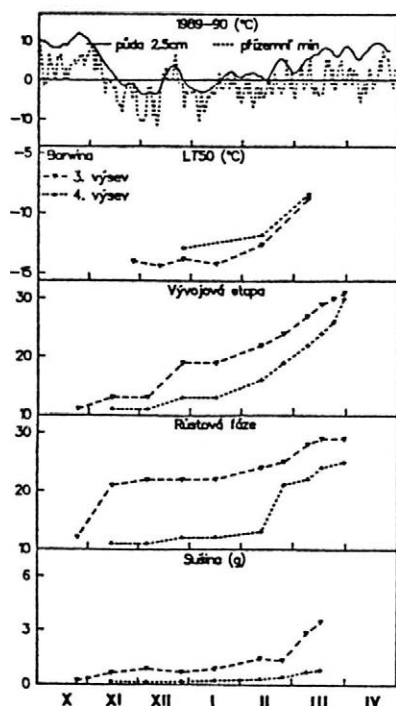
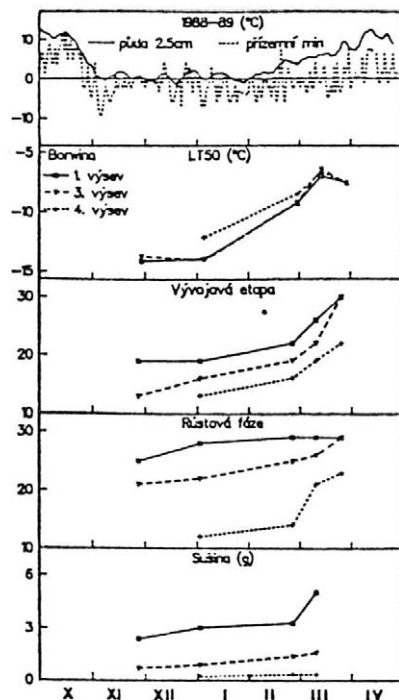
Meteorologická měření probíhala tak, že pomocí termistorových teplotních čidel, ombrografu a automatické sběrnice dat na bázi Sapi-1 (Tesla) byl podrobně zaznamenáván průběh srážek a teplot vzduchu v různé hloubce půdy (2,5; 5; 10 a 20 cm).

VÝSLEDKY

Pokus 1988 - 1989 (obr. 1): Teplotní i srážkové podmínky podzimu byly příznivé pro růst a vývin rostlin. Zima byla mírná s postupným oteplováním již od února. Rostliny 1. a 3. výsevu odrůdy Borwina byly v listopadu ve fázi odnožování, rostliny ze 4. výsevu vytvářely odnože až v březnu. Odolnost rostlin 1. a 3. výsevu vůči mrazu byla po celou sledovanou dobu shodná, nejvyšší úroveň dosáhly počátkem zimy, pak odolnost postupně klesala. Neodnožené rostliny ze 4. výsevu měly počátkem ledna značně nižší odolnost, od konce února však rozdíl v odolnosti mezi výsevy nebyly významné.

Pokus 1989 - 1990 (obr. 1): Podmínky podzimu byly velmi příznivé, takže rostliny ze 3. (říjnového) výsevu odrůdy Borwina stačily ještě do zimy odnožit. Rostliny z velmi pozdního 4. výsevu (druhá polovina října) odnožovaly až při únorovém oteplení. Chladné období na přelomu listopadu a prosince, kdy mrzlo, bylo spojeno se značnou indukcí odolnosti odrůd ozimého ječmene, přesto však neodnožené rostliny odrůdy Borwina ze 4. výsevu nedosahovaly v prosinci úroveň LT₅₀ ze 3. výsevu. V únorovém a březnovém odběru, jak úroveň odolnosti postupně klesala, tak se i rozdíly v odolnosti mezi výsevy snižovaly, a to i přesto, že rostliny ze 3. výsevu byly již v reprodukčním vývojovém období (tj. etapa 20 a výše).

Pokus 1990 - 1991 (obr. 1): Podrobně jsme sledovali tři odrůdy ozimého ječmene, a to Borwina, Lunet a Okal, ve dvou termínech výsevu (2. výsev ve druhé polovině září, 3. výsev v první polovině října). Odrůda Okal se svými hodnotami pohybovala mezi odrůdami Lunet a Borwina, proto pro přehlednost na obr. 3 uvádíme pouze dvě odrůdy (Borwina a Lunet). Postupný a mírný pokles teplot na podzim umožnil dostatečný nárůst biomasy i odnožování rostlin ze 3. výsevu. Slabě mrazivé období v prosinci bylo vystřídáno výrazným oteplením až do poloviny ledna, kdy došlo k obnově růstu a zejména vývoje. Od druhé poloviny ledna až do konce února proběhlo nejmrazivější období ze všech čtyř sledovaných zimních období, které bylo spojeno s odumřením starších listů. Maximální odolnost ječmenů byla ve 2. výsevu v prosinci, ve 3. výsevu v lednu, nedosáhly však hodnot rostlin 2. výsevu. V jarním období (březen a duben), byla odolnost všech odrůd ječmene shodná bez ohledu na odrůdu a termín výsevu. Jejich odolnost se v tuto dobu měnila podle teplotních podmínek. Velmi zajímavý byl nárůst odolnosti (LT₅₀) z -5 na -9 °C v chladnějším období koncem března a počátkem dubna, který byl pozorován u všech odrůd a výsevů bez ohledu na rozdíl jejich hmotnosti či vývojové etapy (20 až 30). Odrůda



1. Průběh průměrné teploty půdy (2,5 cm), denní teploty vzduchu na povrchu (přízemní minimum), odolnosti ječmene k mrazu (LT₅₀), vývojové etapy, růstové fáze (obě v desetinné stupnici) a sušiny rostlin odrůd Borwina a Lunet ve třech termínech výsevu – The course of average soil temperature (2.5 cm), daily air temperatures on the surface (ground minimum), barley resistance to frost (LT₅₀), developmental stages, growth stages (both in decimal scale) and dry mass of the plants, Borwina and Lunet cultivars sown in three sowing dates

Lunet byla ve 2. výsevu odolnější, vykazovala rychlejší růst a vývoj než Borwina, ve 3. výsevu tomu bylo naopak, zejména v předjaří.

Pokus 1991 - 1992 (obr. 1): Podzim 1991 byl extrémně suchý, 1. výsev vzešel nerovnoměrně, část rostlin shodně s 2. výsevem, 3. výsev vzešel až koncem roku 1991 a byl velmi řídký. Půda promrzla v listopadu, prosinci a ke konci ledna, což rovněž neprospělo nárůstu biomasy rostlin a vyrovnanosti porostů. Během zimy a v předjaří byl průběh teplot jinak velmi podobný mírné zimě 1988 - 1989. Mrazuvzdornost ječmene byla na počátku zimy poměrně vysoká, rozdíly mezi 1. a 2. výsevem byly malé (tab. I). Odrůda Lunet měla během zimy vyšší odolnost než Borwina. Odolnost odrůd se během mírné zimy postupně snižovala a v předjaří a na jaře byly rozdíly mezi odrůdami minimální. Po větším výskytu jarních mrazíků jsme opět zjistili počátkem dubna mírnou indukci odolnosti u obou odrůd. Rostliny byly již v tuto dobu v reprodukčním období.

DISKUSE

V práci označené 1. až 4. výsevy lze podle doporučených agrotechnických lhůt pro ŘVT (F o l t ý n, 1961; P e t r et al., 1983b; Š p a l d o n et al., 1986) zařadit tímto způsobem: 1. výsev jako předčasný či na počátku doporučované lhůty, 2. výsev spadá do druhé poloviny agrotechnické lhůty, 3. a 4. výsev jako pozdní a velmi pozdní. Tyto pozdní výsevy jsme použili proto, abychom získali pro naše zimní testy také rostliny neodnožené či na počátku odnožování a mohli tak podrobněji stanovit vztah vývinu odrůd ječmene k jejich odolnosti vůči mrazu. Poměrně dobře byl zatím dokumentován (P e t r et al., 1983a) pokles odolnosti u rostlin z předčasných výsevů při přechodu odnoží do reprodukčního období. Potvrdili jsme, že maximální odolnost odrůd ječmene vůči mrazu byla spojena s fází odnožování. Přitom se však ukázalo (tab. I), že nezáleží na tom, jsou-li rostliny na počátku, při plném nebo ke konci odnožování. Podmínkou maximální indukce odolnosti byl pouze přechod do fáze odnožování, nikoliv dosažený počet odnoží. Odrůda Borwina dosáhla minimální LT_{50} -13,9 až -14,2 °C, přičemž rostliny byly ve fázi 21 až 29 (jedna až devět a více odnoží), naproti tomu neodnožené rostliny měly minimální LT_{50} od -12,1 do -12,9 °C. Odrůda Lunet dosahovala u odnožených rostlin minimální LT_{50} -15,1 až -15,6 °C, neodnožené rostliny měly kolem -12 °C (tab. I). Rostliny, které neodnožily do konce prosince, již nikdy nedosáhly uvedených hodnot s největší odolností.

Z výsledků rovněž vyplývá, že nejvyšší odolnost jednotlivých odrůd ozimého ječmene vůči mrazu byla zjištěna v zásadě do konce prosince. I když některé pozdní výsevy, např. 3. výsev, dosahovaly největší odolnosti až v lednu či únoru, obvykle to již nebyla tak vysoká úroveň odolnosti jako u dřívějších výsevů v prosinci, přičemž ani v jednom případě jsme neměli k dispozici (nevyvinuly se) rostliny, které by do zimy přešly do reprodukčního období (tj. nad 20. etapu organogeneze vzrostného vrcholu).

S oteplením v zimě a v předjaří rychle klesala mrazuvzdornost odrůd ječmene. Toto snížení odolnosti bylo podobné u všech variant pokusu, takže ke konci února a v březnu byly rozdíly mezi odrůdami a výsevy v daném roce vždy nevýznamné (tab. I). Nakolik je tento jev spojen s prodlužujícím se dnem (fotoperiodou), nelze

z našich sledování odvodit. Aktuální úroveň odolnosti (LT_{50}) se v sledovaném jarním období měnila především v závislosti na okolních teplotách. Rostliny byly schopny zvýšit odolnost (např. pokles LT_{50} v dubnu 1991 nebo 1992, částečně i 1989), a to i přesto, že byly již v reprodukčním období. Toto zvýšení mrazuvzdornosti pravděpodobně nastalo v důsledku většího výskytu přizemních mrazů, nikdy však odolnost neklesla pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ v LT_{50} .

Pro zjištění odrůdových rozdílů v mrazuvzdornosti můžeme shrnout, že je důležité, aby odrůdy byly srovnávány ve fázi odnožování. Dosažená vývojová etapa by měla být do 20. etapy, hmotnost rostlin nebyla podstatná. Nejvhodnější měsíc pro tato srovnávání se ukázal prosinec. Naše nové odrůdy ozimého ječmene se svou odolností plně vyrovnaly odrůdě Borwina, nebo ji i předčily jako např. odrůda Lunet při výsevech v agrotechnické lhůtě. Výsledky plně prokázaly oprávněnost výsevů v agrotechnické lhůtě, neboť riziko nedostatečného vývinu rostlin je při nich malé. Z hlediska přezimování jsou u současných odrůd vhodné termíny výsevů v ŘVT ve druhé polovině září.

V práci byl použit nový desetinný kód pro hodnocení růstové fáze rostlin a vývojové etapy vzrostného vrcholu. Domníváme se, že jde o přehledné, vyrovnané a dostatečně podrobné stupnice, které jistě najdou uplatnění i v ostatních oborech rostlinné výroby.

Poděkování

Autoři děkují RNDr. Z. N á t r o v é , CSc., za konzultace a zapůjčení jejích rukopisů.

Literatura

- FOLTÝN, J.: Agrotechnické lhůty setí ozimých obilnin. Praha, ČSAZV, SZN 1961.
- FOWLER, D. B. - CARLES, R. J.: Growth, development and cold tolerance of fall acclimated cereal grains. *Crop Sci.*, 19, 1979, s. 915-922.
- KOCH, H. D.: Frostresistenzverhalten verschiedener Sorten von Gerste und Weizen nach variierter Dauer der Pflanzenanpassung unter künstlichen Klimabedingungen. *Arch. Zücht.-Forsch.*, 7, 1977, s. 29-42.
- NÁTROVÁ, Z.: Srovnání Feekesovy stupnice pro hodnocení vývoje rostlin se stupnicí s desetinným kódem. *Úroda*, 1992, č. 11, s. 488-491.
- NÁTROVÁ, Z. - JOKEŠ, M.: A proposal for a decimal scale of inflorescence development of wheat. *Rostl. Vyr.*, 39, 1993, č. 4, s. 315-328.
- PETR, J. et al.: Biologie vývoje a tvorba výnosu u obilnin. Praha, VŠZ 1983a.
- PETR, J. et al.: Intenzivní obilnářství. Praha, SZN 1983b.
- PETR, J. et al.: Produkční analýza výnosů ozimého ječmene. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1985.
- PRÁŠIL, I. et al.: Testování mrazuvzdornosti pšenice na vybraných pracovištích ČSSR. *Genet. a Šlecht.*, 25, 1989, s. 79-86.
- SEGEŤA, V.: Fyziologie a ekologie rezistence zemědělských polních plodin vůči nízkým teplotám a dalším škodlivým faktorům působícím během zimy. *Stud. Inform. ÚVTIZ*, 1968, č. 3-4.
- SEGEŤA, V.: K voprosu závislosti morozostojkosti ozimého jačmenja ot fazy rosta. *Věd. Práce Vých. Úst. rostl. Vyr. Praha*, 18, 1974, s. 159-169.
- ŠPALDON, E. et al.: Rostlinná výroba. Praha, SZN 1986.

PRAŠILOVÁ, P. - PRAŠIL, I. - PAPAZISIS, K. (Research Institute of Crop Production, Praha-Ruzyně):

Frost hardiness of winter barley in relation to growth and development stages.

Rost. Výr., 39, 1993 (7) : 619-626.

Six-row winter barleys (*Hordeum vulgare* L.), cultivars Borwina (Germany), Lunet and Okal (Czech Republic) were sown in 1988, 1989, 1990 and 1991 at various dates, classified to the four sowing period: 1st sowing (September 1 - 15), 2nd sowing (September 16 - 30), 3rd sowing (October 1 - 15) and 4th sowing (October 16 - 30). During the autumn, winter and early spring the plants of various cultivars and dates of sowing were investigated for growth and development stages (both by decimal scale), dry matter accumulation and the level of frost hardiness - FH (Figs 1). The FH was expressed as the lethal temperature (LT_{50}) by a laboratory frost test. Maximum FH level was obtained in plants at tillering stages and did not depend on the number of developed tillers. The FH considerably decreased during warming in middle and mainly in the end of winter. In March and April the differences at plant LT_{50} between cultivars and sowing dates were insignificant, although their growth and development stages were different. In this period the FH of barleys changed according to ambient temperature. They were even able to increase FH from -6 to -9 °C (LT_{50}), though some of plants were at early reproductive stage. The most suitable time for evaluating the cultivar (genotype) FH was December, because the biggest differences at LT_{50} were reached. The maximum FH (e.g. minimum LT_{50}) was -14.2 °C for Borwina, -15.6 °C for Lunet and -14.3 °C for Okal.

Kontaktní adresa:

Ing. Pavla P rá š i l o v á, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Drnovská 507,
161 06 Praha 6-Ruzyně

REAKCIE SÓJE NA VODNÝ STRES

J. Švihra, V. Rodríguez

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

Vo vegetačných nádobových pokusoch rastlín sóje odrôd Aida a Maple Arrow bola sledovaná reakcia na pôdnu vlhkosť počas vegetatívnej a generatívnej fázy a na vodný stres vo fáze kvitnutia prvých kvetov (R_1), vo fáze predlžovania strukov (R_3), vo fáze nalievania semien (R_5) a vo fáze zelenej zrelosti (R_6). Z výsledkov vyplynulo, že pri nižšej pôdnej vlhkosti (50 % VVK) mali rastliny nižšiu hmotnosť, kým v úrodach semena v porovnaní s rastlinami z variantu o vyššej vlhkosti pôdy (70 % VVK) neboli veľké rozdiely. Vodné stresy sa prejavili vysokopreukazne na redukcii úrody semena, uskutočnené vo fáze predlžovania strukov (R_3), vo fázach nalievania semien (R_5) a vo fáze zelenej zrelosti (R_6).

Sója pre svoj normálny rast a vývin potrebuje okolo 700 mm ročného úhrnu zrážok a pomerne vysokú relatívnu vzdušnú vlhkosť. V oblastiach s nedostatočnými, nevhodne rozloženými zrážkami aj za vhodnej teploty s nízkou relatívnou vzdušnou vlhkosťou je produktivnosť sóje nízka a voda sa stáva limitujúcim faktorom pestovania. Voda a jej úroveň vplýva na efektívnosť hrčkotvorných baktérií sóje (Kubová, Pašková, 1990). Rastliny často vegetujú v limite svojich schopností pri jednej alebo viacerých nevyhovujúcich podmienkach a dochádza k stresovým situáciám (Švihra, 1984). Fytostresom sa označuje stav rastliny, ktorý vplyvom stresora znižuje aktivitu životných funkcií. Na intenzitu a silu stresu sa rastlina prispôsobuje adaptačnou schopnosťou. Rastliny sóje nie sú rovnako vnímavé na vodný stres počas vegetácie. Ak zasiahne rastliny stresová záťaž potreby vody v kritickom období formovania a vývinu reprodukčných orgánov, hmotnosť sušiny semien sa znižuje pre poruchy v metabolizme a zmeny rýchlosti fyziologických procesov (Švihra, 1984; Turner et al., 1984; Vaškova, 1990). Vodný režim sa tak kvantifikuje cez vodný deficit a môže byť ukazovateľom podmienok vhodnosti prostredia pre pestovanie.

Cieľom príspevku je poukázať na rôznu vlhkosť substrátu a vodné stresové záťaže dvoch odrôd sóje na niektoré ukazovatele rastového a akumuláčného procesu strukov a semien sóje.

MATERIÁL A METÓDA

Na výskumnej báze Katedry fyziológie rastlín VŠP v Nitre - Malante sme založili v rokoch 1989 až 1990 nádobové vegetačné pokusy v nádobách s obsahom 12 kg pôdy typu hnedozem, na ktorej bola už pestovaná sója. Ako hnojivo sme použili liadok vápenato-amónny, superfosfát a síran draselný v pomere živín $N : P : K = 1 : 1,8 : 2,5$. Výsev sa uskutočňoval každý pokusný rok 2. až 4. mája. Do pokusu sme brali dve

odrody Aida a Maple Arrow. Po vzídení sme ponechali v každej nádobe po 12 rastlín pri 24násobnom opakovaní. Rastliny sme odoberali päťkrát za vegetáciu v štyroch opakovaníach na vyhodnotenie sušiny koreňov, stoniek, listov strukov a semien z nádob o 50 a 70% využiteľnej vodnej kapacity (VVK). Rozdielnu pôdnu vlhkosť substrátu sme nasimulovali po vzídení a vyjednotení rastlín. Nádoby sa denne vážili a dolievali vodou na patričnú pôdnu vlhkosť.

V ďalšej sérii pokusov na tej istej pôde s obidvomi odrodami sme na variante 70 % VVK uskutočnili vodný stres v rôznych reprodukčných fázach: na začiatku kvitnutia (R_1), vo fáze predlžovania strukov (R_3), vo fáze nalievania semien (R_5), vo fáze začiatku zelenej zrelosti (R_6). Vodný stres sme nasimulovali tak, že sme prestali vybranú sériu nádob s rastlinami zalievať počas troch až piatich dní (podľa teploty vzduchu), až sa znížila vlhkosť substrátu na 28 až 30 % VVK. Potom sme zastresované rastliny znova zaliali na pôvodnú vlhkosť substrátu 70 % VVK. Počas obdobia od kvitnutia po dozretie sa pohybovala relatívna vzdušná vlhkosť od 40 do 50 %, ktorú možno považovať za nevhodnú.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

O nárokoch sóje na vlahu a jej suchovzdornosť sú rôzne protichodné názory. E n k e n (1959), G r a d n e r (1973), T i t o v et al. (1987) uvádzajú, že formovanie a zrenie semien počas horúčav a suchého počasia znižuje úrodu i jej kvalitu. Z našich výsledkov pestovania sóje odrody Aida pri rôznej vlhkosti substrátu sa ukázalo (tab. I), že počas celej vegetácie rastliny z vlhšieho variantu (70 % VVK) mali vyššiu hmotnosť listov, stoniek i koreňov. Najväčšie rozdiely v hmotnosti listov sme zaznamenali v polovici júla, kedy začali opadávať listy rastlín pestovaných na suchšom variante (50 % VVK). Najväčšie rozdiely medzi hmotnosťou sušiny koreňov a stoniek boli v tretej dekáde júna, u stonky o 0,585 g a u koreňa o 0,631 g vyššie v prospech priemernej rastliny pestovanej pri vyššej pôdnej vlhkosti (70 % VVK).

Pri vyhodnotení ukazovateľov úrody pri rôznej pôdnej vlhkosti (tab. II) sa ukázalo, že na priemernú nádobu pri 50 % VVK bola celková sušina rastlín 46,02 g a pri 70 % VVK dosiahli rastliny hmotnosť sušiny 59,52 g. Hmotnosť semien v sušine dosahovala 22,77 g pri 50 % VVK a pri 70 % VVK 24,62 g na nádobu. Z údajov o percentuálnom zastúpení hmotnosti semien k celkovej sušine rezonuje, že pri nižšej pôdnej vlhkosti sa percentuálny podiel semien k celkovej sušine zvyšuje, čo súhlasí s poznatkami, ktoré publikovali G u l d a n , B r u n (1987), že vývoj a úrodu môže priamo či nepriamo ovplyvňovať nedostatok vody, pretože je pod genetickou kontrolou.

Zhodnotením druhej série pokusov (tab. III) sa ozrejmiло, že vyvolaný vodný stres počas narastania strukov a semien mal rozdielny účinok na ich hmotnosť u obidvoch sledovaných odrôd. Pri odrode Aida sa pohybovala hmotnosť semien od 16,32 do 24,02 g a pri odrode Maple Arrow od 17,0 do 27,57 g na nádobu. Percentuálny podiel semien k hmotnosti rastliny sa pohyboval od 28,20 do 38,30 % pri odrode Aida a pri odrode Maple Arrow bol vyšší, a to od 32,65 do 45,95 %. Štatistickým zhodnotením výsledkov pre odrodu Aida (tab. IV) sme zistili medzi úrodou semien

I. Ukazovatele sušiny jednotlivých orgánov sóje odrody Aida pri rôznej vlhkosti substrátu - Indicators of dry matter of individual organs of soybean cultivars of Aida at the various substrate moisture

Odber ¹	Variant ²	Sušina (g na rastlinu) ³			
		listy ⁴	stonka ⁵	koreň ⁶	spolu ⁷
Fáza 4 listov ⁸	50 % VVK ¹³	0,198	0,186	0,227	0,611
	70 % VVK	0,205	0,191	0,305	0,701
Fáza 6 listov ⁹	50 % VVK	0,360	0,271	0,348	0,979
	70 % VVK	0,413	0,541	0,393	1,347
Začiatok kvitnutia ¹⁰ R ₁	50 % VVK	1,055	1,320	0,885	3,260
	70 % VVK	1,744	1,784	1,492	5,020
Nalievanie semien ¹¹ R ₅	50 % VVK	2,105	2,312	1,909	6,326
	70 % VVK	2,793	2,897	2,540	8,230
Začiatok zelenej zrelosti ¹² R ₆	50 % VVK	2,210	2,519	2,053	6,782
	70 % VVK	2,989	3,006	2,640	8,635

¹sampling, ²variant, ³dry matter (g per plant), ⁴leaves, ⁵stem, ⁶root, ⁷total, ⁸stage of four leaves, ⁹stage of six leaves, ¹⁰onset of anthesis, ¹¹seed filling, ¹²onset of green ripeness, ¹³available water capacity

II. Hmotnostné a percentuálne vyjadrenie ukazovateľov úrody na nádobu odrody Aida – Weight and percentage of yield indicators per pot of the Aida cultivar

Variant ¹	Celková nadzemná sušina ²		Hmotnosť stoniek ³		Hmotnosť strukov ⁴		Hmotnosť semien ⁵		HTS ⁶
	g	%	g	%	g	%	g	%	g
50 % VVK ⁷	46,02	100	25,19	54,73	27,90	60,63	22,77	49,35	165,45
70 % VVK	59,52	100	30,06	58,23	40,40	51,07	24,62	41,20	178,40

¹variant, ²total aboveground dry matter, ³stem weight, ⁴weight of pods, ⁵weight of seeds, ⁶TKW, ⁷available water capacity

z kontrolného variantu (nestresované rastliny) a z variantu so stresom vo fáze predlžovania strukov (R₃) a vo fáze zelenej zrelosti (R₆) vysokopreukazný rozdiel v prospech kontrolných rastlín. Nepreukazný rozdiel bol medzi kontrolou a rastlinami stresovanými počas kvitnutia prvých kvetov. Podobne reagovali rastliny odrody Maple Arrow (tab. V), u ktorých bol vysokopreukazný rozdiel medzi kontrolou a stresom vo fáze nalievania semien (R₅).

Pri porovnaní odrôd medzi sebou sa ukázalo, že hmotnosť semena bola pri odrode Maple Arrow vyššia oproti hmotnosti semena odrody Aida o 3,55 g na nádobu, hoci

III. Hmotnostné a percentuálne vyjadrenie ukazovateľov úrody na nádobu odrôd Aida a Maple Arrow po vodných stresoch počas akumuláčného procesu – Weight and percentage of yield indicators per pot of the cultivars Aida and Maple Arrow following water stresses during accumulation process

Odroda ¹	Variant ²	Hmotnosť rastliny ³		Hmotnosť strukov ⁴		Hmotnosť semien ⁵	
		g	%	g	%	g	%
Aida	kontrola ⁶	62,70	100	34,27	54,66	24,02	38,30
	stres (R ₁)	60,27	100	32,50	53,92	21,57	35,78
	stres (R ₃)	55,00	100	28,42	51,60	18,80	34,18
	stres (R ₅)	51,02	100	23,35	45,76	17,22	37,75
	stres (R ₆)	57,87	100	29,72	51,36	16,32	28,20
Maple Arrow	kontrola	60,00	100	34,80	58,00	27,57	45,95
	stres (R ₁)	52,80	100	28,67	54,30	21,77	41,23
	stres (R ₃)	51,90	100	28,37	54,66	18,80	41,23
	stres (R ₅)	49,00	100	24,75	50,51	17,55	35,82
	stres (R ₆)	52,07	100	27,00	51,85	17,00	32,65

¹cultivar, ²variant, ³plant weight, ⁴pod weight, ⁵seed weight, ⁶control

IV. Štatistické hodnotenie hmotnosti semien odrôd Aida - Statistical evaluation of seed weight of the cultivar Aida

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupeň voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	Preukaznosť ⁶
Stres ⁷	149,36	4	37,34	12,60	++
Odroda ⁸	44,43	15	2,96	-	-
Suma ⁹	193,79	19	-	-	-

¹source of variance, ²sum of squares, ³degree of freedom, ⁴dispersion, ⁵F-test, ⁶significance, ⁷stress, ⁸cultivar, ⁹sum

V. Štatistické hodnotenie hmotnosti semien odrôd Maple Arrow - Statistical evaluation of seed weight of the cultivar Maple Arrow

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupeň voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	Preukaznosť ⁶
Stres ⁷	338,86	4	84,76	80,72	++
Odroda ⁸	1,58	15	0,1056	-	-
Suma ⁹	340,44	19	-	-	-

For 1 - 9 see Tab. IV

VI. Štatistické hodnotenie hmotnosti semien odrôd Aida a Maple Arrow - Statistical evaluation of seed weight of the cultivars Aida and Maple Arrow

Zdroj premenlivosti ¹	Súčet štvorcov ²	Stupeň voľnosti ³	Rozptyl ⁴	F-test ⁵	Preukaznosť ⁶
Stres ⁷	166,77	16	10,42	1,15	++
Odrôda ⁸	27,01	2	9,00	-	-
Suma ⁹	193,79	19	-	-	-

For 1 - 9 see Tab. IV

celkový počet semien bol menší oproti počtu semien odrôd Aida. Štatistickým zhodnotením výsledkov pre obidve odrôd (tab. VI) sa ukázala vysoká preukaznosť úrody medzi kontrolnými rastlinami a stresovaním vo fáze predlžovania strukov a fáze zelenej zrelosti.

Z uvedeného vyplýva, že začiatok obdobia kvitnutia sóje nie je tak citlivý na pôsobenie vodného stresora, hoci stres zapríčini čiastočnú redukciu úrody semena odumretím niektorých strukov, ale úroda sa čiastočne kompenzuje vývinom strukov vo vyšších etážach rastliny, pretože rastlina po kvitnutí neustále narastá do výšky. S postupujúcim vývinom a dospelosťou sa účinok stresu prehlbuje a kompenzačná schopnosť klesá. Tento poznatok sa zhoduje s výsledkami niektorých autorov (T i t o v et al., 1987), ktorí študovali reakciu sóje na teplotu. Podobne u sóje M e d e r s k i et al. (1973) uvádzajú, že maximálna redukcia úrody semien spôsobená vodným stresom bola v poslednom týždni vývoja a rastu strukov a počas nalievania semien. Stresové vodné záťaž na začiatku kvitnutia a na konci obdobia nalievania semien mali nevelký vplyv na zníženie úrody semien sóje.

L i t e r a t ú r a

- ENKEN, V. B.: Sója. Moskva, 1959.
- GRADNER, W. R.: Plant response to field water balance. In: Soil moisture and irrigation studies, Vienna, International Atomic Energy Agency 1973, 143 s.
- GULDAN, S. J. - BRUN, W. A.: Effect of abscise acid on amino acid uptake and efflux in developing soybean seeds. Crop. Sci., 27, 1987, s. 716-719.
- KUBOVÁ, A. - PAŠKOVÁ, E.: Podiel aktivity koreňovej sústavy a listov na formovaní proteínového komplexu semien sóje. In: Zbor., Smolenice, 1990, s. 175-179.
- MEDERSKI, H. J. - JEFFERS, D. L. - PETERS, D. E.: Water and water relations. Improvement, production and uses. Amer. Soc. Agron. (Madison, Wisconsin), 16, 1973, s. 239-265.
- ŠVIHRA, J.: Vodný deficit v ontogenéze obilnín. Bratislava, Veda, SAV 1984, č. 2.
- TITOV, A. F. et al.: Issledovanie reakcii rastenij soi na dejstvie temperatury. Fiziol. Rast. (Moskva), 34, 1987, č. 2, s. 350-355.
- TURNER, N. C. et al.: The responses of stomata and leaf gas exchange to vapour pressure deficits in soil water contents. Oecologia, 63, 1984, s. 338-342.
- VAŠKOVÁ, M.: Vplyv atmosférických činiteľov na vodný režim sóje. In: Zbor., Smolenice, 1990, s. 156-161.

Došlo 20. 10. 1992

Soybean is a crop, demanding for water and air moisture. The short of water during vegetation results in stress for crops vegetating within the limit of their abilities. The stress intensity affects the plants by their accommodation following from physiological and genetic adaptability. Soybean plants are not identically sensitive to water stress during vegetative and generative phases. During a critical period for water there are disorders of metabolism and the velocity of physiological processes is changing due to the stressor. Water regime is hence quantified through water deficits and can be an indicator of suitability conditions of cultivation medium.

In the vegetation pot trials we studied the response of two selected soybean cultivars, local Aida cultivar and the Canadian Maple Arrow to soil moisture and water stress, from anthesis to ripeness. In the course of anthesis, growing and ripening the seeds, we simulated the water stress - at the stage of anthesis of first flowers (R_1), at the stages of elongation - growing of pods (R_3), at the stage of seed filling (R_5) and at the stage of green ripeness (R_6) in such a way that plants were not wetted to drying of substrate to 28 - 30 % of available water capacity. Following water stress the plants were again wetted and cultivated at the substrate moisture 70 % of available water capacity to ripeness. Relative air moisture during anthesis up to ripeness was on the level 40 to 50 %.

It followed from the results of experiments presented in Tabs I and II that during the whole vegetation the plants of the variant with 70% available water capacity achieved the higher weight of leaves, stems and roots. The highest differences between the weight of root dry matter and stems were observed in the third decade of June - in stem higher by 0.585 g and in root by 0.631 g for the benefit of a plant cultivated at higher soil moisture (70% available water capacity). The total dry matter was 46.02 g at 50% available water capacity and 59.62 g at 70% available water capacity. Seed weight was 22.77 g at 55% available water capacity and 24.62 g per pot at 70% available water capacity. It follows from the data regarding percentage of representation of seed weight that at lower soil moisture percentage of seeds to the total dry matter is increasing against the variant with higher soil moisture, but the yield is lower.

It can be seen from the evaluation of the second series of trials (Tabs III to VI) that water stress exhibited a different effect on indicators of soybean seed yield. In the Aida cultivar there was highly significant difference between the control (unstressed plants) and simulated water stress at the stage of elongation of pods (R_3) and the stage of green ripeness (R_4). Highly significant difference between control plants and water stress at the stage of seed filling (R_5).

In total a high significance was apparent in evaluation of both cultivars between control plants and those stressed at the stage of pod elongation and those at the stage of green ripeness. Stresses at the onset of anthesis and at the end of seed filling had no significant effect on the seed yield.

Kontaktná adresa:

Prof. ing. Ján Š v i h r a , DrSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2,
949 76 Nitra

ZMENY FYZIOLOGICKEJ AKTIVITY ASIMILAČNÉHO PLETIVA V PODMIENKACH DLHODOBEJ FOTOSYNTÉZY

J. Repka, Z. Jureková

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

V laboratórnych, poľných a skleníkových pokusoch boli merané fyziologické procesy, čistá rýchlosť fotosyntézy (P_N), rýchlosť dýchania (R_D), aktivita Hillovej reakcie (AHR), na základe ktorých bola charakterizovaná fotosyntetická kapacita listového pletiva. Získané výsledky potvrdili, že fotosyntetická kapacita listového pletiva je značná a zabezpečuje aktívnu akumuláciu sušiny až do hodnôt 45 % vlastnej hmotnosti pri 28h expozícii segmentov na nepretržitom osvetlení. Na akumuláciu sušiny poukazujú zmeny v koncentrácii dusíka. Hromadenie sušiny bez odvodu asimilátov modifikuje vzťahy medzi rýchlosťou fotosyntézy (P_N) a dýchania (R_D), ako aj vzťahy medzi hormonálnymi látkami stimulačného a inhibičného typu.

List sa počas svojho individuálneho rastu formuje ako zložitý štruktúrny a funkčný systém so špecifickou mikro- a makroštruktúrou. Mnohé vlastnosti listu až po výslednú rýchlosť fotosyntézy sú geneticky podmienené: stomatárna rezistencia, rozdiely v spôsobe anabolizmu a katabolizmu uhlíkových substancií, zloženie fotosystémov, rozmer, stavba a počet chloroplastov, ako aj štruktúrne vlastnosti listu, t.j. jeho anatomická stavba a optické vlastnosti.

Vysoká fotosyntetická výkonnosť listu je závislá na vzťahu medzi rýchlosťou fixácie CO_2 a rýchlosťou transportu vytvorených asimilátov. Z uvedeného aspektu sa do popredia záujmu dostáva štúdium funkčnej aktivity chloroplastov, ich schopnosť udržiavať vysokú rýchlosť fotosyntézy a závislosť tejto aktivity na transporte vytvorených produktov.

Transport asimilátov je regulovaný endogénnymi hormónmi. Z nich boli stanovené giberelíny aj v chloroplastoch (Stoddart, 1968; Repka, Jureková, 1978 a i.). Graebe, Ropers (1978) ich považujú za subcelulárne miesta syntézy giberelínov. Táto skutočnosť, ako aj dôkazy o ich pohybe spolu s asimilátmi a vodou naznačujú, že ide o látky, ktoré majú úlohu pri fotosyntetickej činnosti asimilačných pletív.

Jeden zo smerov štúdia fotosyntetickej činnosti je zameraný na určenie schopnosti prijať CO_2 a hromadiť asimiláty v listovom pletive. Vychádza sa z predpokladu, že schopnosť udržať vysokú rýchlosť fotosyntézy v chloroplastoch a asimilačnom pletive je príznakom efektívnej fotosyntetickej aktivity listu.

Predložená práca prezentuje poznatky o rýchlosti fotosyntézy, rýchlosti dýchania, rýchlosti Hillovej reakcie a obsahu endogénnych giberelínov v asimilačnom pletive rastlín kukurice, vystavenom dlhodobej fotosyntéze, resp. fotosyntéze bez odvodu asimilátov.

MATERIÁL A METÓDA

K analýze sme použili listy mladých rastlín kukurice (*Zea mays* L.), hybrid CE-250, pestovaných vo vodných a pieskových kultúrach, resp. v skleníku. Vlastná schéma každého pokusu je uvedená pri jeho hodnotení. Pri analýzach boli zvolené tieto metodické postupy:

- Rýchlosť čistej fotosyntézy sme stanovili na základe prírastku suchej hmotnosti listových segmentov o ploche 20 cm^2 po expozícii v rotačnej aparátúre (Š e t l i k et al. - cit. Š e s t á k , Č a t s k ý , 1966) pri teplote 22°C a hustote ožiarenia 56 W.m^{-2} . Hodnoty udávame v mg prírastku suchej hmotnosti na 1 m^2 listovej plochy za 1 sec, t.j. $\text{mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (symbol P_N).
- Aktivitu Hillovej reakcie sme stanovili spektrofotometricky s ferikyanidom draselným ako akceptorom elektrónov po 3min ožiarení izolovaných chloroplastov pri teplote 25°C podľa postupu, ktorý publikovali S t r n a d o v á , Š e s t á k (1974). Hodnoty udávame v $\mu\text{mol Fe}$ na 1 mg chlorofylu (a + b) za 1 sec, t.j. $\mu\text{mol.mg}^{-1}.\text{s}^{-1}$ (symbol AHR).
- Rýchlosť temnostného dýchania sme stanovili pomocou Warburgovej manometrickej metódy. Listové segmenty boli exponované v respiračnej nádobke vzduchotesne spojenej s manometrom. Po stabilizácii nádobky vo vodnom kúpeli boli v 15min intervaloch odpočítané hodnoty poklesu manometrickej kvapaliny a po prepočítaní vyjadrené ako množstvo prijatého O_2 v μl na 1 kg suchej hmoty za 1 sec, t.j. $\mu\text{l.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$ (symbol R_D).
- Obsah dusíka v segmentoch listu bol stanovený kolorimetricky po spálení sušiny segmentov v kyseline sírovej Nesslerovým činidlom.
- Endogénne giberelíny boli izolované z kyslej etylacetátovej frakcie a rozdelené chromatograficky na tenkej vrstve.
- Hodnotenie bolo urobené biologickou testáciou tak, ako uvádzajú J u r e k o - v á , R e p k a (1973).

VÝSLEDKY

V prvom pokuse (tab. I) sme použili listy mladých rastlín kukurice, hybrid CE-250, pestovaných v skleníku. Pre interval expozície 0 až 7 h sme namerali čistú rýchlosť fotosyntézy $P_N = 0,2713 \text{ mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Predĺžením expozície sa hodnoty P_N znížovali, ale aj po 24 h expozície si zachovali aktívnu akumuláciu sušiny v hodnote 43,1 % pôvodnej hodnoty.

Pre ďalšie meranie sme zobrali rastliny pestované v poľných podmienkach. Rastliny pred analýzou boli 16 h v tme pri teplote 24°C . V 4h intervaloch sme merali asimilačnú schopnosť (P_N) listových segmentov s najdlhším intervalom 28 h. Výsledky (tab. II) ukazujú, že listové pletivo dosiahlo po 8h expozícii maximálnu hodnotu $P_N = 0,3386 \text{ mg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Po 28 h sa hodnota P_N znížila oproti maximu na 49,6 %.

V ďalšom pokuse boli merané zmeny obsahu dusíka, aktivita Hillovej reakcie (AHR), rýchlosť fotosyntézy (P_N) listov kukurice po adaptácii rastlín z prostredia bez dusíka na úplný živý roztok. Pokusné rastliny kukurice do fázy prvých troch listov sme pestovali na živnom roztoku bez dusíka metódou vodnej kultúry v klimatizovanej komore pri teplote $23/20^\circ\text{C}$, vlhkosti 70 % a ožiarení 60 W.m^{-2} .

Po vytvorení tretieho listu sme rastliny preniesli na úplný živý roztok. Získané údaje (tab. III) ukazujú, že 24 h po dodaní dusíka dochádza v listovom pletive

I. Vplyv dlhodobej expozície listových segmentov kukurice na rýchlosť čistej fotosyntézy (P_N) –
The effects of long-continued of leaf segments of maize on the velocity of pure photosynthesis (P_N)

Dĺžka expozície ¹ (h)	P_N (mg.m ⁻² .s ⁻¹)	Relatívne ² (%)
7	0,2753	100
12	0,1858	67,49
16	0,1594	57,90
20	0,1461	53,06
24	0,1186	43,01

¹length of exposure (h), ²relatively

II. Vplyv dlhodobej expozície listových segmentov na svetle na rýchlosť čistej fotosyntézy (P_N) –
The effects of long-continued exposure of leaf segments in lighting on the velocity of pure photosynthesis (P_N)

Dĺžka expozície ¹ (h)	P_N (mg.m ⁻² .s ⁻¹)	%	± %
4	0,2630	77,6	80,0
8	0,3386	100,0	80,3
12	0,3062	90,4	73,6
16	0,2494	73,6	74,5
20	0,2053	60,6	71,8
24	0,1971	58,2	67,7
28	0,1680	49,6	69,0

¹length of exposure

k rýchlej akumulácii deficitného prvku (N); bolo zistené zvýšenie oproti rastlinám bez dusíka o 5 %. Proces akumulácie pokračuje aj v ďalšom období a po 72 až 86 h v liste (pôvodne deficitnom) sa dosahuje vyššia koncentrácia ako pri kontrolných rastlinách pestovaných na úplnom živnom roztoku. Pri rastlinách pestovaných bez dusíka sa jeho obsah postupne znižuje.

Akumulácia dusíka po dosýtení listového pletiva sa pozitívne prejavila v aktivizácii rýchlosti fotosyntézy (P_N), ktorej hodnoty po 24 h boli vyššie ako pri deficitných rastlinách. Ďalším dosýtením listového pletiva dusíkom sa významne zvýšili hodnoty P_N o 32,6 % po 48 h a o 38,8 % po 72 h. Pozoruhodná je skutočnosť, že zvýšením obsahu dusíka v pôvodne deficitnom liste o 5 až 28 % (48 h po dodaní dusíka) nedochádza k funkčnej regenerácii tylakoidného systému, o čom svedčí znížená hodnota AHR . Oproti dusíkom deficitným rastlinám sa AHR významnejšie zvýšila až po 72 a 86 h, resp. po 86 h prevýšila aj aktivitu chloroplastov, izolovaných z rastlín pestovaných na úplnom živnom roztoku. Už rozdielna regenerácia AHR a P_N naznačuje, že deficit dusíka vyvoláva hlbšie zmeny v stavbe tylakoidných systémov ako v procesoch viazaných na strómu, t.j. metabolické deje späté s fixáciou CO_2 a syntézou organickej hmoty. Na druhej strane výsledky potvrdzujú možnosť plnej funkčnej regenerácie fotosyntetického aparátu po odstránení stresu vyvolaného nedostatkom minerálnych živín, zvlášť dusíka.

V ďalšom pokuse sme súbežne merali P_N , R_D , obsah dusíka, obsah GA-látok a inhibítorov po 3 až 15 h nepretržitého osvetlenia listových segmentov. Analyzovali sme list mladých rastlín kukurice (hybrid CE-250) pestovaných v skleníku. Údaje v tab. IV ukazujú, že po 3 h expozície dosiahlo pletivo maximálnu hodnotu $P_N = 0,2969 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Po 15 h sa rýchlosť P_N znížila. Dôkazom aktívnej akumulácie sušiny v pletive je znižovanie koncentrácie dusíka. Jeho obsah sa po 15 h expozície znížil na hodnotu $25,0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ sušiny.

Vzhľadom k tomu, že počas expozície nedochádzalo k prívodu dusíka z prostredia, je možno jeho znižovanie pokladať za zriedňovací proces v dôsledku hromadenia novej sušiny. Počas dlhodobej fotosyntézy (bez odvodu asimilátov) nastávajú zmeny v metabolických procesoch. Svedčia o tom zmeny v rýchlosti dýchania (R_D) a obsahu endogénnych rastových látok. Rýchlosť dýchania v počiatočných fázach meraného intervalu (6 až 9 h) sa znižovala. Predĺžením expozície nad 12 h sa temnostné dýchanie začalo zvyšovať a dosiahlo úroveň východiskovej hodnoty. Možno predpokladať, že začiatkové zníženie R_D je ovplyvnené aktívnou fotosyntézou a svetlom. Nadbytočné hromadenie asimilátov po 15h expozícii môže byť reakciou na udržiavanie novej biomasy.

Zmeny celkového obsahu látok giberelinového typu v segmentoch listového pletiva exponovaného na svetle šimulujú tendenciu zmien rýchlosti P_N . V závislosti na dĺžke expozície hodnoty oboch porovnávaných ukazovateľov klesajú. V segmentoch exponovaných v tme sme stanovili výrazne vyšší obsah giberelínov s najvyššou hodnotou po 6 h expozície. Predĺžovaním expozičnej doby obsah GA-látok výrazne poklesol a už sa prakticky nemeril. Z porovnania výsledkov možno usudzovať, že faktory, ktoré limitovali fotosyntézu, podmienili aj pokles hladiny voľných endogénnych giberelínov. Prítomnosť inhibítorov v extraktach (po 6h expozícii na svetle) naznačuje, že dochádza k inaktivácii voľných foriem GA-látok.

DISKUSIA

Príklady dlhodobej fotosyntézy listového pletiva izolovaného od celistvého listu poukazujú na to, že list je svojimi vlastnými štruktúrami usporiadaný na akumuláciu fotosyntetických produktov. Vo všeobecnosti je známe, že dlhodobá fotosyntéza bez dostatočného odvodu asimilátov môže spôsobiť preplnenie chloroplastu produktami (škrob) a porušovať ich štruktúru alebo inhibovať karboxylačné enzýmy. Je známe, že chloroplasty predstavujú 18 % suchej hmoty listovej čepele a ich celkový povrch napr. pri cukrovej repe prevyšuje 14x povrch listu (K u r s a n o v , 1981).

Uvedené príklady ukazujú, že list kukurice ako zdroj asimilátov má veľkú akumuláciu kapacitu. Jeho aktivita v celistvej rastline je umožnená tým, že pozdĺž transportných ciest asimilátov, ktoré začínajú už v chloroplaste, sa vytvára veľký počet miest na dočasné ukladanie asimilátov. Na úrovni chloroplastu to môže byť stróma, periférne retikulum chloroplastu, cytoplazma mezofylových a parenchymatických buniek, resp. metabolicky menej aktívne kompartmenty - vakuola až tranzitné orgány, t.j. štruktúra floému a pod. Táto štruktúrna organizácia listového pletiva umožňuje určitú nezávislosť hromadenia asimilátov v listovom pletive počas dlhodobej fotosyntézy.

N á t r (1971) na listových segmentoch potvrdzuje, že pri nepretržitom osvetlení rásť akumulácia sušiny až do 72 h expozície, pričom hmotnosť pletiva sa dvojnásobne zvýšila. Rovnako A u s t i n (1972) nepozoroval závislosť rýchlosti akumu-

III. Zmeny obsahu dusíka v liste, aktivity Hillovej reakcie (AHR) chloroplastov a rýchlosti fotosyntézy (P_N) listu kukurice po dodaní dusíka a relatívne hodnoty k rastlinám pestovaným bez dusíka – Changes in nitrogen content in leaf, activity of Hill's reaction (AHR) of chloroplasts and the velocity of photosynthesis (P_N) of maize leaf following the application of nitrogen and relative values for plants cultivated without nitrogen

Čas po dodaní N ¹ (h)	Obsah N v liste ² (mg.100 g ⁻¹ sušiny ³)				AHR (μmol.mg ⁻¹ .s ⁻¹)				P_N (mg.m ⁻² .s ⁻¹)			
	úplný živný roztok ⁴	-N	+N	k - N (%)	úplný živný roztok ⁴	-N	+N	k - N (%)	úplný živný roztok ⁴ (kontrola ⁵)	-N	+N	k - N (%)
24	4180	3040	3200	105,2	68,87	73,24	70,05	95,6	0,2914	0,2200	0,2667	121,2
48	4180	2980	3840	128,8	88,66	83,79	67,32	80,34	0,3539	0,2172	0,2881	132,6
72	4190	2730	4320	158,2	80,99	58,18	73,45	126,2	0,3419	0,1931	0,2681	138,8
86	2260	2250	3100	137,7	92,84	55,00	98,16	178,4	0,2281	0,1218	0,2914	239,2

¹time following the supply of N, ²content of N in leaf, ³dry mass, ⁴complete nutritive solution, ⁵control

IV. Zmeny rýchlosti čistej fotosyntézy (P_N), dýchania (R_D), špecifickej listovej plochy (SLA), obsahu dusíka a obsah endogénnych GA a inhibítorov v segmentoch listov kukurice vystavených dlhodobým podmienkam fotosyntézy – Changes in velocity of pure photosynthesis (P_N), respiration (R_D), specific leaf area (SLA), nitrogen content and content of endogenous gibberellins and inhibitors in maize leaf segments exposed to long-continued conditions of photosynthesis

Čas ¹ (h)	P_N (mg.m ⁻² .s ⁻¹)	R_D (μl.kg ⁻¹ .s ⁻¹)	Obsah ² N (mg.g ⁻¹ sušiny ³)	Aktivita endogénnych GA a inhibítorov ⁴ (%)			
				pri expozícii v tme ⁵		pri expozícii na svetle ⁶	
				GA	inhibítor ⁷	GA	inhibítor
0	-	613,16	33,30	106,9	-	106,9	-
3	0,2969	538,24	33,25	166,5	-	137,9	-
6	0,2719	519,16	30,20	206,1	-	128,6	5,2
9	0,2661	501,94	28,20	46,7	-	77,3	12,7
12	0,2275	542,66	26,00	47,3	9,6	34,7	38,2
15	0,2219	600,04	25,00	45,00	5,7	15,9	56,9

¹time, ²content, ³dry mass, ⁴activity of endogenous gibberellins and inhibitors, ⁵at exposure in dark, ⁶at exposure in lighting, ⁷inhibitor

lacie sacharidov v liste od ich obsahu v liste, čo potvrdzuje akumuláciu schopnosť listového pletiva. Zdokonaľovanie tohto systému podmieňuje efektívnejšiu produkčnú výkonnosť listu, ako aj celej rastliny. Funkčne výkonnejší list umožňuje zmenšiť listovú plochu, a tým vytvoriť vhodnejší svetelný režim v poraste a znížiť pomer transpirácie k fotosyntéze, čo je dôležitý faktor v bezzávlahových podmienkach. Rovnako sa mení pomer medzi vegetatívnymi a generatívnymi časťami rastliny a zvyšuje sa podiel asimilátov v prospech reprodukčných orgánov.

Literatúra

- AUSTIN, R. B.: The relation between dry matter increment and sugar concentration in beet root leaves. *Photosynthetica*, 6, 1972, č. 2, s. 123-132.
- GRAEBE, J. E. - ROPERS, H. J.: In phytohormones and related compounds. A comprehensive treatise. Elsevier, Biomedica Press, Letham, Goodwin and Higgins (eds), vol. 1, 1978, s. 107-204.
- JUREKOVÁ, Z. - REPKA, J.: Heterogeneity of the content of endogenous gibberellins in the leaves of winter wheat in relation to their insertion and ontogeny. *Biol. Plant.*, 15, 1973, s. 305-311.
- KURŠANOV, A. L.: List kak datčik assimiljator. Sovremennye problemy fiziologii i biochimii sacharnoj svekly. Kijev, Naukova Dumka 1981, s. 52-61.
- NÁTR, L.: Akumulace produktů fotosyntézy v asimilačním pletivu. Věd. Práce Výzk. Úst. obilnin. Kroměříž, 1971, č. 8.
- REPKA, J. - JUREKOVÁ, Z.: Endogenous gibberellins in maize leaf chloroplasts. *Arch. Poljopriv. Nauk*, 115, 1978, s. 145-148.
- STODDART, J. L.: The association of gibberellin-like activity with the chloroplast fraction of leaf homogenates. *Planta*, 81, 1968, s. 106-112.
- STRNADOVÁ, H. - ŠESTÁK, Z.: Reliability of methods used for determining ontogenetic changes in Hill reaction rate. *Photosynthetica*, 1974, s. 130-133.
- ŠESTÁK, Z. - ČATSKÝ, J. (eds): Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha, Academia 1966, s. 394.

Došlo 21. 1. 1993

REPKA, J. - JUREKOVÁ, Z. (University of Agriculture, Nitra):

Changes in physiological activity of assimilative tissue in conditions of long-continued photosynthesis.

Rostl. Výr., 39, 1993 (7) : 633-638.

Plant physiological processes - rates of photosynthesis (P_N), respiration (R_D), Hill reaction activity (AHR) were measured in laboratory, field and greenhouse conditions. On the basis of measurements the photosynthetic capacity of leaf tissues was characterized. The results obtained proved that photosynthetic activity is high and assume active dry matter accumulation up to 45 % of weight during 28 hours of continual lighting and segments exposition. The dry matter accumulation is shown by changes in nitrogen concentrations. The dry matter increase without transport of assimilates modified relations between photosynthesis rate (P_N), respiration (R_D) as well as relations between hormonal substances either stimulative or inhibitory type.

Kontaktná adresa:

Doc. ing. Jozef Repka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

KOLORIMETRICKÉ STANOVENÍ OBSAHU CELKOVÝCH A REDUKUJÍCÍCH CUKRŮ V OBI LNINÁCH

H. Klusák

Signalizace fyziologického stavu porostů obilnin nabývá vzhledem k ekonomice pěstování i ekologii stále většího významu. Uplatnění v průběhu vegetace mohou nalézt zejména hodnoty parametrů metabolismu uhlíku a dusíku jako indikátory vývoje porostu z hlediska tvorby výnosu zrna i jeho kvality (K l u s á k , 1990). Z uhlíkatých metabolitů sem patří koncentrace celkových rozpustných cukrů v pletivech (L j a s k o v s k í j , 1991). Umožnila by např. posoudit připravenost porostů k přezimování i k aplikaci jarní regenerační dávky dusíku a během metání až zrání stanovit předpoklady pro tvorbu hmotnosti obilky (K o u s a l o v á , D r e i s e i t l o v á , 1982; K l u s á k , 1987, 1990a). Hlavními reprezentanty celkových rozpustných cukrů v obilninách jsou převážně sacharóza, glukóza a fruktóza. Podle chemické konfigurace, a tím schopnosti redukovat tzv. Fehlingův roztok, se cukry obecně dělí na neredukující a redukující (K r e t o v í č , 1954). Sacharóza je důležitým neredukujícím disacharidem, účastnícím se transportu do zásobních orgánů rostliny, kdežto redukující monosacharidy glukóza a fruktóza se jako estery kyseliny fosforečné významně podílejí v procesech spojených s přenosem energie (K r e t o v í č , 1954; S c h i l l i n g , 1987). Poměr mezi neredukujícími a redukujícími cukry by se mohl stát významným kritériem růstových a vývojových změn porostu v interakci s minerální výživou.

Vytkli jsme si za cíl stanovit podíl redukujících cukrů na obsahu celkových rozpustných cukrů využitím jediného extraktu z rostlin a pomocí jejich rozdílu stanovit tak i podíl neredukujících cukrů.

MATERIÁL A METODA

Chemikálie a zařízení

Etylalkohol (denaturovaný benzínem a předestilovaný), redestilovaná voda, fenol destilovaný, koncentrovaná kyselina sírová p.a., hydrazid kyseliny p-hydroxybenzoové (para-hydroxybenzoic acid hydrazide = PAHBAH, fa Fluka), NaOH, HCl, glukóza p.a.

Kádinky, zkumavky, odpařovací misky, byrety odměrné, sušárna, mlýnek, elektrický vaříč, fén, vodní lázeň, spektrální kolorimetr.

Příprava extraktu ze sušiny rostlin

Navážka 200 mg jemně pomleté sušiny se krátkodobě povaří v kádince s 20 cm³ 85% etylalkoholu a ponechá extrahovat za laboratorní teploty 20 h. Potom se obsah přefiltruje do odměrné zkumavky a doplní po značku 25 cm³. Z extraktu se odpi-

petuje 0,25 cm³ do odpařovací misky, odpaří proudem teplého vzduchu z fěnu a odparek se rozpustí v 10 cm³ převařeného 60 až 70 °C teplé redestilované vody důkladným promícháním a třením tyčinkou. Extrakt se přefiltruje (filtrát), pouze v případě malého množství sedimentu je možné filtraci vynechat.

Stanovení celkových rozpustných cukrů

Do standardních zkumavek průměru 16 mm se napipetuje 0,5 cm³ filtrátu, 1,5 cm³ redestilované vody, dobře se promíchá, přidá se 0,14 cm³ 80% vodného roztoku fenolu, promíchá se a ihned se z byrety připouští proudem do středu zkumavky 5 cm³ koncentrované kyseliny sírové p.a. a opět se obsah zkumavky důkladně promíchá. Po 30 min se změří absorbance roztoku při 490 nm proti slepému roztoku.

Stanovení redukujících cukrů

Nejdříve se připraví 5% roztok PAHBAH v 0,5M HCl. Před použitím se potom smíchá 1 objemový díl tohoto roztoku se 4 objemovými díly 0,5M NaOH (reagenční roztok). Do zkumavky průměru 16 mm a délky 125 mm se napipetuje 0,5 cm³ filtrátu, přidá se 1,5 cm³ čerstvě připraveného reagenčního roztoku, rychle se promíchá, povaří ve vodní lázni 10 min, potom se obsah zkumavek ochladí ve vodovodní vodě a změří se absorbance žlutého roztoku při 410 nm proti slepému pokusu.

Současně se připraví kalibrační křivky glukózy v rozmezí 10 až 50 µg pro celkové cukry a 2 až 10 µg pro redukující cukry v 0,5 cm³ redestilované vody (ekvivalent k filtrátu) a uskuteční se reakce popsány postupy. Obsah cukrů se odečte z kalibračních křivek a vyjádří se jako glukózový ekvivalent, přičemž číselné hodnoty udávají přímo procento cukrů v sušině nebo násobeny 10x potom mg cukrů v 1 g sušiny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkové rozpustné cukry byly stanoveny osvědčenou metodou fenol-kyselina sírová (K l u s á k , 1990b), zatímco ke stanovení redukujících cukrů jsme využili poznatků, které uveřejnil L e v e r (cit. W e i s s b a c h , W e i s s b a c h , 1988). Charakter kolorimetrických reakcí obou metod ukazují kalibrační křivky glukózy uvedené v tab. I. Vztah mezi stoupající koncentrací glukózy a absorbancí je pro celkové cukry lineární v rozmezí 10 až 50 µg a pro redukující cukry v rozmezí 2 až 10 µg. Z toho vyplývá, že mez stanovení je u redukujících cukrů poměrně vysoká, a to 1 až 2 µg, u celkových cukrů 5 až 10 µg. Průměrné hodnoty koncentrace v rámci pěti opakování a dvou paralelních stanovení (tab. II) vykazují však u obou metod přibližně stejný rozptyl, vyjádřený relativní směrodatnou odchylkou (5 až 10 %). To znamená, že za průkazné je možné mezi jednotlivými odběry považovat hodnoty lišící se od průměru ± 8 %. Reprodukovatelnost výsledků je ovlivněna především denní dobou odběrů rostlin, standardizací laboratorních úkonů a čistotou použitých chemikálií. Pro stanovení celkových cukrů je velmi důležitá také kvalita kyseliny sírové. Ověřovali jsme tři druhy kyseliny sírové fy Lachema. Nejnížší hodnoty absorbance slepého pokusu proti vodě vykazovala kyselina sírová p.a. 95%

I. Kalibrační křivky glukózy pro kolorimetrické stanovení celkových a redukujících cukrů; měřeno na fotometru Spekol 11, průměr tří opakování – Calibration curves of glucose for colorimetric determination methods of total and reducing sugars using Spekol 11 photometer, a mean value of three replications

Cukry celkové ¹		Cukry redukující ²	
glukóza ³ (μg)	absorbance ⁴ 490 nm	glukóza (μg)	absorbance 410 nm
10	0,095	2	0,177
20	0,195	4	0,343
30	0,295	6	0,521
40	0,395	8	0,705
50	0,490	10	0,879

¹total soluble sugars, ²reducing sugars, ³glucose, ⁴absorbance

II. Variabilita stanovení ($\bar{x}$, s) celkových a redukujících cukrů v sušině (mg.g⁻¹) rostlin pšenice a ječmene kolorimetrickou metodou – Variability in a determination ($\bar{x}$, s) of total and reducing sugars concentration in dry matter (mg.g⁻¹) of wheat and barley by colorimetric method

Obilnina ¹	Datum odběru ⁴	Cukry ⁵	Statistická veličina ⁸		
			$\bar{x}$	s	s_y
Ozimá pšenice ²	18. 11. 1991	celkové ⁶	308,9	14,11	4,6
		redukující ⁷	35,8	2,28	6,4
Viginta	8. 6. 1991	celkové	179,1	10,69	6,0
		redukující	50,8	3,91	7,7
Jarní ječmen ³	21. 6. 1991	celkové	199,3	15,55	7,8
		redukující	43,6	4,39	10,1

$\bar{x}$ - průměr pěti opakování z pěti navážek téhož rostlinného materiálu a dvou paralelních stanovení v každém opakování - mean of five replications of five weighed amounts of the same plant material and two parallel determination in each replication

s - směrodatná odchylka - standard deviation

s_y - relativní směrodatná odchylka - relative standard deviation

¹cereal, ²winter wheat, ³spring barley, ⁴date of sampling, ⁵sugars, ⁶total, ⁷reducing, ⁸statistical variable

(0,098), následovala kyselina sírová ch.č. 96% (0,150) a naprosto nevhodná byla kyselina sírová ch.č. 93% (0,248).

Změny koncentrace celkových a redukujících cukrů během vegetace ozimé pšenice v roce 1991 ukazuje tab. III. Rozdíl mezi koncentrací cukrů celkových a redukujících udává v podstatě koncentraci cukrů neredukujících. Naše dřívější výsledky se stanovením jednotlivých cukrů u ozimé pšenice pomocí papírové chro-

III. Koncentrace celkových a redukujících cukrů v sušině (mg.g^{-1}) nadzemní části ozimé pšenice Viginta během vegetace, jejich rozdíly (neredukující) a poměry; polní pokusy 1991, lokalita Kroměříž – The concentration of total and reducing sugars in aboveground part (mg.g^{-1} dry matter) of winter wheat during vegetation period, their differences (non-reducing) and ratios; field experiments Kroměříž location, 1991

Ukazatel ¹	Růstová fáze podle Feekese ⁶					
	3 - 4	6	8 - 9	10.1	10.5.3	před zimou ⁷ (18. 11. 1991)
Cukry celkové ²	108	123	154	179	243	309
Cukry redukující ³	25	25	37	51	37	36
Rozdíl (neredukující) ⁴	83	98	117	128	206	273
Poměr (neredukující : redukující) ⁵	3,32	3,92	3,16	2,50	5,57	7,63

¹indicator, ²total sugars, ³reducing sugars, ⁴difference (non-reducing), ⁵ratio (non-reducing, reducing), ⁶growth phase after Feekes, ⁷prior to winter

matografie prokázaly zejména sacharózu, glukózu a fruktózu. Např. dne 7. 4. bylo v nadzemní části zjištěno 115 mg cukrů v 1 g sušiny, z nichž 86 mg představovala sacharóza, 14 mg glukóza a 15 mg fruktóza. Poměr mezi cukry neredukujícími a redukujícími činil potom 86:29, tedy 2,92 a v dalších případech 2,64 a 2,92, což bylo podobné hodnotám uvedeným v tab. III. Tento poměr se během vegetace ozimé pšenice měnil. Nejvyšších hodnot dosahoval před zimou - 18. 11. 1991 u pšenice Viginta 7,63 (tab. II) - a v generativní fázi růstu. Naopak v období vegetativního růstu byl tento poměr užší, a tedy podíl redukujících cukrů výraznější. Jde o období se zvýšenými energetickými nároky na tvorbu biomasy a příjem minerálních živin (Schilling, 1987). Koncentrace redukujících cukrů v sušině by se potom mohla uplatnit jako indikátor růstových změn spojených s energetickou připraveností rostliny pro využitelnost minerálních živin.

Literatura

- KLUSÁK, H.: Hladina cukrů a dusíkatých látek v jarním ječmeni sladovnického a krmného typu ve vztahu k výnosu zrna a bílkovin. Rostl. Výr., 33, 1987, s. 719-725.
- KLUSÁK, H.: Dynamika koncentrace dusíkatých a uhlíkatých látek v jarním ječmeni produktivního typu. Rostl. Výr., 36, 1990a, s. 1167-1174.
- KLUSÁK, H.: Zkušenosti s kolorimetrickým stanovením obsahu cukrů v obilninách. Agrochémia, 30, 1990b, s. 184-186.
- KOUSALOVÁ, I. - DREISEITLOVÁ, M.: Obsah rezervních asimilátů ve stéble genotypů jarního ječmene v období tvorby obilky. Rostl. Výr., 26, 1980, s. 451-458.
- KRETOVIČ, V. L.: Základy biochemie rostlin. Praha, ČSAV 1954, s. 60.
- LJASKOVSKI, M. I.: Dynamika i metabolisme etanolrastvorimych uglivodov v ontogeneze ozimoy pšenicy. Fiziol. Rast., 38, 1991, s. 1159-1170.

SCHILLING, G.: Pflanzenernährung und Düngung, Teil I - Pflanzenernährung. Berlin, VEB Dtsch. Landwirtschaft.-Verlag 1987, s. 73.

WEISSBACH, A. - WEISSBACH, H. (eds): Methods for plant molecular biology. San Diego, Acad. Press Inc. 1988, s. 3-40.

Došlo 21. 1. 1993

Colorimetric determination of the contents of total and reducing sugars in cereals

There are laboratory procedures of determination of the concentration of soluble and reducing sugars from one plant extract by colorimetric reactions with phenol in the medium of sulphuric acid and with hydrazide of the range of determination of total sugars is varying from 5 to 50 μg and reducing sugars from 1 to 10 μg in sample. Reproducibility of results between individual samplings is on the level of 8 % and is affected by standardization of laboratory processes and purity of chemicals. At the same time, there are presented concentrations of total, non-reducing (difference between total and reducing) and reducing sugars in aboveground part of winter wheat during vegetation of 1991. It was found out that the ratio between non-reducing and reducing sugars is changing during vegetation. This is higher prior to winter and in the generative phase and the lowest is in the period of vegetative growth.

*RNDr. Hynek K l u s á k, CSc.,
Výzkumný ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž*

EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

J. Petr, J. Dlouhý a kol.

Praha, Brázda 1992, 305 s., 89 Kč

Koncem minulého roku vyšla v nakladatelství Brázda kniha učebnicového charakteru, která však není určena pouze studentům, je zajímavá pro praktické zemědělce i běžné spotřebitele a poskytuje ucelený obrázek o důvodech a způsobech ekologizace českého zemědělství. Dosud u nás takový podrobný fundovaně zpracovaný přehled o ekologickém zemědělství chyběl.

Úvod se zabývá historií zemědělství ve vývoji lidské společnosti a v různých částech světa, je naznačen současný stav organizačních struktur ve světovém ekologickém zemědělství i obavy z rychlého tempa devastace životního prostředí na zemi.

První část knihy má název *Ekologické důsledky intenzivního zemědělství*. Statistickými údaji (pomocí tabulek a grafů) jsou doloženy důsledky intenzifikace, specializace a koncentrace zemědělství, ale i vliv imisí na výnosy a kvalitu podle jednotlivých plodin. Pro běžného spotřebitele je snad nejzajímavější kapitola *Cizorodé látky v potravním řetězci a jejich vliv na zdraví zvířat i lidské populace*.

Druhá část knihy nazvaná *Ekologická východiska v zemědělství* je logickým pokračováním části první. Je zaměřena více odborně a je jakousi rukovětí ekologicky myslícího zemědělce. Popisuje podrobně zásady a metody integrovaného zemědělství, z nichž mnohé jsou obecně platné a použitelné i v organickém zemědělství. Autoři vidí v celoplošné integrované ochraně a výživě rostlin pravděpodobně první stupínek nezbytné ekologizace našeho zemědělství.

Třetí část se stejným názvem jako publikace *Ekologické zemědělství* je nutné chápat jako dílo vyplňující pouze nepatrnou část široce zející průrvy v ekologickém vzdělávání na všech stupních škol, občanů všech věkových kategorií a libovolných profesí. Autorům se zde podařilo soustředit velké množství informací. Nejsou opomenuty ani definice ani cíle ekologického zemědělství, které uvádějí do problematiky i nezasvěceného čtenáře. Autoři vyčerpávajícím způsobem vysvětlují hlavní směry ekologického zemědělství a v historických souvislostech objasňují jejich odlišnosti ve filozofii i v praktických opatřeních.

V kapitole *Principy hospodaření v ekologickém zemědělství* jsou uvedeny návody a zásady specifické pro ekologické pěstování a chov. Dobře vyvážený a pestrý osevní postup s dostatkem bobovitých rostlin a okopanin, přizpůsobený podmínkám dané lokality (klima, druh půdy, zaměření produkce na farmě aj.), je jednou z nejdůležitějších podmínek úspěchu organického pěstování a zúrodnění půdy. Jsou uvedeny způsoby ošetření organických hnojiv a hnojiva povolená směrnicemi ekologického zemědělství, je popsán způsob jejich aplikace. Velká pozornost je věnována regulaci plevelů. Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství spočívá především v prevenci. Riziko napadení chorobami a škůdci je snižováno např. správným osevním postupem, termínem setí, zpracováním půdy aj. Velký význam má použití zdravého osiva a rezistentních odrůd. V knize je obsažen přehled repelentů rostlinných výtažků a povolených biopreparátů. Jsou vypsány též příklady vhodných kombinací plodin pro smíšené kultury v zahradnictví (např. jahody a česnek nebo mrkev s cibulí aj.). V chovu hospodářských zvířat je zdůrazněna etika chovu a nutnost respektování přirozených životních potřeb zvířete. Zvláštní podkapitoly jsou věnovány krmení jednotlivých druhů zvířat, ekonomice a přechodu na ekologické zemědělství.

Pojem kvalita je výstižně vyjádřen tímto citátem: „Kvalita produktu se chápe jako výsledek kvality celého zemědělského systému, jakým způsobem byl produkt vypěstován, zpracován (zušlechtěn), distribuován (zabaleno, skladováno).“ Speciální důraz se klade na kvalitativní vlastnosti produktů, jako jsou nepřítomnost cizorodých a škodlivých látek (reziduí), čerstvost, přirozenost (přirodnost), vnitřní nutriční a fyziologické vlastnosti, např. biologická hodnota bílkovin, obsah vitamínů a minerálních látek, chuť atd. Zvýšená pozornost je věnována medicínským aspektům souvislosti mezi potravinami a zdravím, životní silou, odolností apod.

Zajímavé je schéma znázorňující pokles výnosu při přechodu na ekologické zemědělství, kdy po přechodném snížení výnosů v konverzi nastává stabilizace na dobré úrovni.

Ing. Jiřina Pavlová

KE STRUKTURÁLNÍ SKLADBĚ A VÝROBNÍMU ZAMĚŘENÍ ROSTLINNÉ VÝROBY

F. Vrkoč, A. Knobová

Přechodem k tržní ekonomice skončilo období úsilí o soběstačnost, období masové výroby jednotlivých plodin a dosahování maximálních výnosů za každou cenu. Současný tlak na ekonomizaci rostlinné výroby, na maximální zisk z 1 ha může však vyvolávat snahu o kořistnický systém hospodaření s následným snížením úrodnosti půdy.

Strukturální skladba naší rostlinné výroby byla dosud ve všech výrobních oblastech značně uniformní (47 až 58 % hustě setých obilnin, 10 až 18 % víceletých píceň, 8 až 14 % kukuřice na siláž, do 18 % cukrovky nebo brambor apod.). Rostlinná výroba tak svojí pestroutou skladbou čelila do značné míry rizikovosti a zajišťovala i určitou každoroční stabilitu tržní produkce. V řadě případů byly však překrývány méně vhodné ekologické podmínky zvýšenými vstupy v chemizaci, což již nebude dále možné. V horších půdně klimatických podmínkách proto v souladu s agrárním programem dojde sice k určitému útlumu rostlinné výroby, avšak rostlinná výroba musí v těchto oblastech i nadále plnit krajinotvorné funkce.

V návaznosti na procesy transformace a privatizace a požadavky trhu je nutno předpokládat výrazné změny a diverzifikaci ve výrobním zaměření a strukturální skladbě rostlinné výroby. Již před mnoha lety jsme z našich polních pokusů vyvodili závěr (V r k o č , 1981), že faktor strukturální skladba rostlinné výroby je rozhodující pro celkovou produkci sušiny, bílkovin i obilních jednotek a nepochybně i pro finanční vyjádření hodnoty produkce. Faktor strukturální skladba rostlinné výroby je tedy pro dosahovanou produkci nejdůležitější a její vliv vysoce překonává přínos hnojení, odrůd a jiných faktorů. Z hodnocení celých rotací osevních postupů v našich dlouholetých polních pokusech však vyplývá, že dodržování určitého pevného osevního postupu přináší v další rotaci vyšší přírůstek výnosu, než např. připadá na úrodnějších půdách na faktor hnojení (V r k o č , 1981).

S částečným využitím tzv. typových struktur pro bonitaci zemědělského půdního fondu byly nově zpracovány výrobní struktury rostlinné výroby pro různé podmínky. Všechny zpracované návrhy výrobních struktur umožňují uplatnit aspoň minimálně zásady střídání plodin a sestavení osevních postupů v konkrétních organizačně výrobních podmínkách (K v ě c h a kol., 1985). Tab. I až V uvádějí celkem 15 návrhů výrobních struktur smíšené rostlinné výroby v přímé návaznosti na chov skotu a jeho uvažované rozmístění v jednotlivých oblastech. Současně byl v návrzích struktur realizován trend snížení chovu skotu, a tím i snížení plochy víceletých píceň, což musí být ovšem kompenzováno zvýšeným přívodem organických látek do půdy jinými zdroji.

I. Výrobní struktury smíšené rostlinné výroby (%) v návaznosti na chov skotu v kukuřičné výrobní oblasti

Specializace	Obilnářsko-řepařská	
Klimaregion	0	0
Půdní podmínky	nejúrodnější půdy na rovinách	střední vhodné stanoviště pro cukrovku
Pšenice	40,0	40,0
Ječmen	8,0	9,0
Kukuřice na zrno	22,4	20,0
Obilniny celkem	70,4	69,0
Luskoviny	2,0	7,5
Cukrovka	14,0	9,0
Slunečnice	2,0	2,0
Víceleté pícniny	3,0	3,0
Kukuřice na siláž	5,0	5,0
Ostatní krmné plodiny	0,6	0,5
Ostatní plodiny (zelenina apod.)	3,0	4,0
Zornění	93,0	97,0

II. Výrobní struktury smíšené rostlinné výroby (%) v návaznosti na chov skotu v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti

Specializace	Obilnářsko-krmivářská	
Klimaregion	0	0
Půdní podmínky	lehké	hlinité až těžší, svažitě
Pšenice	35,0	40,0
Žito	3,0	-
Ječmen	19,0	9,0
Kukuřice na zrno	10,0	20,0
Obilniny celkem	67,0	69,0
Brambory rané	11,0	-
Slunečnice	3,0	4,0
Víceleté pícniny	3,0	3,0
Kukuřice na siláž	5,0	5,0
Ostatní krmné plodiny	1,0	4,5
Ostatní plodiny	10,0	9,5
Luskoviny	-	5,0
Zornění	85,0	85,0

III. Výrobní struktury smíšené rostlinné výroby (%) v návaznosti na chov skotu v řepařské výrobní oblasti

Specializace	Obilnářsko-řepařská		
Klimaregion	1 - 6	1 - 6	1 - 6
Půdní podmínky	nejúrodnější půdy na rovinách	příznivá stanoviště pro cukrovku	okrajové půdní podmínky pro cukrovku
Pšenice	39,0	39,0	39,0
Ječmen	18,0	18,7	20,0
Obilniny celkem	57,0	57,7	59,0
Luskoviny	3,0	4,0	4,4
Cukrovka	20,0	13,0	8,0
Víceleté pícniny	8,0	8,0	8,0
Kukuřice na siláž	11,0	11,0	11,0
Ostatní krmné plodiny	0,5	2,3	1,6
Ostatní plodiny	0,5	4,0	1,0
Ozimá řepka	-	-	7,0
Zornění	90,0	85,0	82,0

IV. Výrobní struktury smíšené rostlinné výroby (%) v návaznosti na chov skotu v bramborářské výrobní oblasti

Specializace	Obilnářsko-bramborářská			
Klimaregion	7 - 8	7 - 8	4 - 9	4 - 9
Půdní podmínky	hlavní oblast pěstování brambor	střední podmínky pěstování brambor	průměrné podmínky pěstování brambor	okrajové podmínky pěstování brambor
Pšenice	19,2	31,6	14,1	24,0
Žito	10,4	-	15,4	7,0
Ječmen	23,0	20,0	20,7	21,0
Oves	5,0	5,0	4,5	5,0
Obilniny celkem	57,6	56,6	54,7	57,0
Luskoviny	2,0	1,8	-	-
Brambory	18,0	10,0	10,0	7,5
Víceleté pícniny	8,0	8,0	8,0	8,0
Kukuřice na siláž	9,0	9,0	9,0	9,0
Ostatní krmné plodiny	4,4	4,0	8,0	6,5
Ostatní plodiny	1,0	2,0	1,5	1,0
Ozimá řepka	-	8,6	6,0	4,0
Len	-	-	2,8	7,0
Zornění	77,0	80,0	75,0	70,0

V. Výrobní struktury smíšené rostlinné výroby (%) v návaznosti na chov skotu v bramborářsko-ovesné a horské výrobní oblasti

Specializace	Obilnářsko-krmivářská			
Klimaregion	1 - 8	1 - 7	6 - 9	8 - 9
Půdní podmínky	lehčí půdy	úrodné půdy	flyšové půdy	půdy v horské oblasti
Pšenice	17,7	25,3	34,0	-
Žito	14,0	-	-	22,0
Ječmen	20,8	21,4	22,0	21,0
Oves	4,0	8,0	-	5,0
Obilniny celkem	56,5	54,7	56,0	48,0
Ozímá řepka	6,0	7,2	2,5	-
Víceleté píceiny	14,0	14,0	14,0	26,0
Kukuřice na siláž	18,0	18,0	18,0	-
Ostatní krmné plodiny	2,5	2,1	5,5	20,0
Ostatní plodiny	3,0	2,0	2,0	-
Luskoviny	-	2,0	2,0	-
Len	-	-	-	6,0
Zornění	67,0	63,0	70,0	53,0

Navrhované výrobní struktury v tab. I až V lze pro jejich větší pestrost doporučit především k využití ve větších zemědělských podnicích.

V tab. VI jsou navrženy výrobní struktury rostlinné výroby zaměřené na výraznější specializaci především technických plodin většinou bez chovu skotu. V těchto flexibilních strukturách jde až o extrémní koncentrace vybraných plodin s tím, že při zabezpečení špičkové výživy a ochrany rostlin jsou na základě výsledků našich polních pokusů (V r k o č et al., 1990a, b) považovány z agrotechnického i ekologického hlediska za ještě únosné. Uvedené struktury rostlinné výroby lze doporučit k využití především v menších farmách.

U nových zemědělských podniků nepochybně dojde k takové výrazné změně jejich výrobního zaměření, že některé (tab. VI) budou zaměřeny jen na rostlinnou výrobu a organické hnojení bude řešeno buď nákupem chlévského hnoje od souseda specializovaného na živočišnou výrobu, nebo náhradními zdroji, tj. zaorávkou veškeré slámy obilnin, chrástu cukrovky a mezplodin na zelené hnojení tak, aby byl naplněn roční normativ dodávky organických látek do půdy (N e u b e r g, 1990). Výsledky našich polních pokusů prokazují, že s výjimkou málo úrodných půd jsou výnosy stejné nebo jen o málo nižší jako při používání hnoje (V r k o č, 1990a, b). V ekonomicky zdůvodněných případech musí být využívány ještě i jiné zdroje organické hmoty, průmyslové

VI. Výrobní struktury rostlinné výroby (v %) výrazněji specializované zvláště na technické plodiny většinou bez chovu skotu

Klimaregion	1 - 6	7 - 8	0	0	1 - 8	1 - 8	4 - 9	4 - 9
		hlavní oblast pěstování brambor			okrajová oblast pěstování cukrovky	okrajová oblast pěstování cukrovky	oblasti vhodné pro pěstování brambor	oblasti vhodné pro pěstování brambor
Půdní podmínky	nejúrodnější půdy		nejúrodnější půdy	nejúrodnější půdy				
Cukrovka	33,0	-	-	-	-	-	-	-
Pšenice	33,0	33,0	33,0	40,0	33,0	50,0	35,0	30,0
Ječmen	33,0	33,0	33,0	10,0	33,0	25,0	15,0	10,0
Brambory	-	33,0	-	-	-	-	12,5	-
Kukuřice na zrna	-	-	33,0	50,0	-	-	-	-
Luskoviny (hrách, bob)	-	-	-	-	33,0	25,0	-	25,0
Víceleté píceiny	-	-	-	-	-	-	12,5	12,5
Kukuřice na siláž	-	-	-	-	-	-	12,5	10,0
Ozimá řepka	-	-	-	-	-	-	12,5	12,5
Zornění	90 - 93	77 - 80	93 - 97	93 - 97	78 - 82	78 - 82	77 - 80	70 - 75

VII. Výrobní struktury rostlinné výroby (%) zaměřené převážně na produkci krmiv většinou bez tržní produkce z rostlinné výroby

Klimaregion	8 - 9	1 - 4	6 - 8
Dočasná louka	60,0	-	-
Oves	20,0	-	-
Ječmen	10,0	10,0	15,0
Krmné okopaniny	10,0	-	10,0
Vojtěška	-	33,0	-
Kukuřice na siláž	-	17,0	10,0
Pšenice	-	40,0	35,0
Jetel	-	-	20,0
Ostatní plodiny	-	-	10,0
Zornění	53,0	63,0	67,0 - 70,0

komposty apod. Stávající deficit v organickém hnojení (v ČR v průměru 27 %) se nesmí zvyšovat, naopak musí dojít k jeho snížení (Neuberg, 1990). Odum (1977) považuje za ekologicky prozíravou jen takovou rostlinnou výrobu, která polovinu vyprodukované biomasy vrací zpět do půdy. V našich polních pokusech jsme prokázali, že rostlinná výroba bez chlévského hnoje, víceletých pícnin, tedy bez vazeb na živočišnou výrobu, je v zásadě možná a lze i bez nich dosahovat dobré výsledky, především na úrodnějších půdách.

Pro zajištění ekonomické efektivity jednotlivých struktur uvedených v tab. I až VI jsou nutné variantní propočty víceletého zaměření a zhodnocení produkce v konkrétních podmínkách. Jde např. o orientaci na krmné nebo potravinářské obilí, množení osiv nebo sadby brambor apod.

Výrobní struktury zaměřené převážně na produkci krmiv pro živočišnou výrobu jsou uvedeny v tab. VII. Tržní produkce z rostlinné výroby je v tomto případě minimální, případně zcela chybí.

Změna ve strategii agrární potravinářského komplexu, především řešení nadvýroby některých produktů a napojení na světový trh potravin včetně významnějšího uplatnění systémů hospodaření v chráněných oblastech a alternativních systémů rostlinné výroby, vytváří v některých regionech ČR specifické podmínky s orientací na extenzitu nebo intenzitu rostlinné výroby. Pro tyto případy lze navržené modely ještě dále upravit se zřetelům na konkrétní půdně klimatické podmínky a výrobní cíle.

ZÁVĚR

Strukturální skladba rostlinné výroby rozhoduje nejvíce o konečné produkci sušiny i živin z 1 ha a předčí vliv hnojení, odrůd a jiných faktorů. Přejít na tržní ekonomiku

a tlak na ekonomizaci rostlinné výroby si oproti dřívější značně uniformní strukturální skladbě rostlinné výroby ve většině oblastí vynutí její výrazné změny a diverzifikaci. V příspěvku jsou uvedeny nově zpracované příklady výrobních struktur rostlinné výroby v návaznosti na chov skotu a jeho uvažované rozmístění v jednotlivých oblastech, dále výrobní struktury s výraznější až extrémní specializací vhodné pro menší podniky, jakož i výrobní struktury zaměřené převážně pro produkci krmiv pro živočišnou výrobu.

Literatura

- KVĚCH, O. a kol.: Osevní postupy. Praha, SZN 1985, 208 s.
- NEUBERG, J. a kol.: Komplexní metodika výživy rostlin. Met. Zavád. Výsl. Výzk. zeměd. Praxe, 1990, č. 1.
- ODUM, E. P.: Základy ekologie. Praha, Academia 1977, 736 s.
- VRKOČ, F.: Agroekologické základy tvorby výnosů hlavních polních plodin. [Doktorská disertace.] Praha-Ruzyně, 1981, 192 s. - Výzkumný ústav rostlinné výroby.
- VRKOČ, F. - SUŠKEVIČ, M.: Podíl některých regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosu cukrovky. Rostl. Výr., 36, 1990a, č. 10, s. 1019-1024.
- VRKOČ, F. - SUŠKEVIČ, M. - SKALA, J.: Podíl regulovatelných a neregulovatelných faktorů na výnosech ozimé pšenice a ozimého ječmene. Rostl. Výr., 36, 1990b, č. 10, s. 909-917.

Došlo 4. 3. 1992

Notes on structural patterns and production orientation of crop production

The structural pattern of crop production is of the decisive influence on the final dry matter and nutrient production per land area unit and in this respect, it exceeds the effects of fertilization, cultivars, and other factors. The transition to free market economy and the pressure to economize crop production will result in most crop belts and regions in marked changes in crop production structure and in its diversification when compared with the previous uniform structural pattern of our crop production.

New designs of crop production structures in relation to cattle farming and its anticipated distribution in particular regions are presented in the paper, as well as crop production structures with a high to extreme specialization which are believed to be suitable for smaller farms and crop production structures mainly designed for feed production for livestock farming.

*Doc. ing. František Vrkoč, DrSc.,
Výzkumný ústav rostlinné výroby, 161 06 Praha 6-Ruzyně*

2. KONGRES EURÓPSKEJ AGRONOMICKEJ SPOLOČNOSTI (ESA)

2. Kongres ESA poriadala European Society for Agronomy 23. až 28.8.1992 v areáli Warwick University v strednom Anglicku. Predsedom kongresu bol Dr. A. Scaife a priamym usporiadateľom Horticulture Research International Wellesbourne, Warwicks. Účastníci kongresu obdržali pri prezentácii zborník pozvaných hlavných referátov a dvojstranných rezumé ostatných referátov a posterov pod názvom Second Congress of the European Society for Agronomy, Warwick University 23-28 August 1992, Proceedings edited by A. Scaife, ESA 1992, v rozsahu 437 strán. Obmedzené množstvo kópií je možné objednať za 200 FF na adrese: ESA, BP 52, 68 000 Colmar, France. Detailnejšie informácie o kongrese a jeho sprievodných akciách sú tiež v publikácii J. Vidovič, T. Miština: 2. Kongres Európskej agronomickej spoločnosti, Warwick University 23. až 28.8.1992, Cestovná správa zo služobnej zahraničnej cesty, VÚRV Piešťany, september 1992.

Kongresu sa zúčastnilo 240 vedeckých pracovníkov z 22 európskych a troch mimoeurópskych krajín. Na kongrese bolo prezentovaných 37 referátov a 147 posterov v piatich sekciách:

1. Fyziológia kultúrneho porastu, produkcia a riadenie (9 referátov + 55 posterov);
2. Agroklimatológia a modelovanie (5 + 21);
3. Vzťahy rastlina a pôda (7 + 40);
4. Systémy pestovania a obrábania (8 + 18);
5. Vzťahy poľnohospodárstvo - prostredie (7 + 13).

Okrem toho prebiehali večerné diskusie v 12 workshopoch: 1. Trvale udržateľné poľnohospodárstvo, 2. Produkcia obilnín a prostredie, 3. Riadenie závlah, 4. Ochrana pôdy, 5. Nové horizonty pre síru, 6. Systémy hnojenia, 7. Klimatické riziká pestovaných rastlín, 8. Redistribúcia živín v rastlinách, 9. Fyziologické aspekty tolerancie k okysleniu, 10. Stanovenie mineralizácie dusíka v poľnohospodárskych pôdach, 11. Kultúrny profil ako nástroj pre agronómov, 12. Štandardizácia plodínových modelov. Workshopy poskytli po úvodnom vystúpení vedúceho workshopu na danú tému možnosť neformálnej diskusie vrátane organizačných aspektov.

Úvodný referát kongresu (J. S. Marsh: Európske poľnohospodárstvo - poháňané tržmi alebo človekom) analyzoval kladu a zápory poľnohospodárskej politiky ES. Za podmienok kvantitatívnej kvotácie európskej poľnohospodárskej produkcie sa doporučuje ďalší rozvoj agronomického výskumu v ES a jeho nasmerovanie na hľadanie ciest zvyšovania efektívnosti inputov výroby, príčinnému porozumeniu jej podstaty a systémovo-ekologickému prístupu.

Program všestranne úspešného 2. Kongresu ESA zahrňoval ešte jednu z piatich vedeckých exkurzií, výstavu vedeckej literatúry a dámsky program. Členovia ESA sa zúčastnili aj na Valnom zhromaždení ESA.

*Ing. Jozef Vidovič, CSc.,
Výskumný ústav rastlinnej výroby, 921 68 Piešťany*

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.

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 10 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Technická úprava rukopisu

Úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojité mezery). Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na zadní straně se vyznačí tužkou pořadové číslo obrázku nebo grafu a napíše se jméno autora článku. Texty k obrázkům a grafům se dodávají na zvláštním listě. Tabulky se číslují římskými číslicemi. Na všechny tyto přílohy musí být odkazy v textu.

Vlastní úprava práce

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Je nutné se vyvarovat obecných názvů, např. Studie o... Příspěvek k ... Pokus o...; každý článek musí být samostatnou prací, nemohou být publikovány články na pokračování, označené např. I, II, III atd., stejně tak jsou vyloučeny podtitulky článků.

Jména autorů se uvádějí bez titulů se zkratkou křestního jména.

Souhrn - krátký

Souhrn je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, nemá ji však nahradit. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl psán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován ve stejném jazyce jako vědecká práce, má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot.

Souhrn - rozšířený

Je podkladem pro překlad do angličtiny, měly by v něm být komentovány výsledky práce, uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Rozsah souhrnu je 2 až 3 strojopisné strany. Je možné jej dodat v angličtině, při dodání v češtině či slovenštině je vhodné souhrn doplnit anglickým slovníčkem použitých termínů.

Úvod

Má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce uskutečněna, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky. Je nutné se v něm vyhnout rozsáhlým historickým přehle-

dům. Uvádí se bez nadpisu. Pokud práce nemá kapitolu Literární přehled, jsou v něm citovány práce vztahující se k dané problematice.

Literární přehled

Má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému. Doporučuje se co nejnížší počet citovaných autorů.

Materiál a metoda

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. V kapitole je popsán také pokusný materiál. Popis metody by měl umožnit, aby kdokoliv z odborníků mohl podle něho a při použití citací práci opakovat.

Výsledky

Při popisu výsledků 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 Výsledky a diskuse.

Literatura

Musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů: příjmení (verzálkami), zkratka jména, plný název práce, úřední zkratka časopisu, ročník, rok vydání, první stránka, poslední stránka; u knih je uvedeno místo vydání, vydavatel a rok. 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.

Adresa

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

Používání zkratk

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

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS CONTRIBUTING TO THE SCIENTIFIC JOURNAL ROSTLINNÁ VÝROBA (PLANT PRODUCTION)

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

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 ten typescript pages, including tables, figures and graphs. In the text it is necessary to use such units that are in agreement with the International System of Units (ČSN 01 1300).

Technical layout of the manuscript

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). Tables, figures and photos shall be enclosed separately, not on paste-board. A figure or graph number shall be written on the reverse, along with the author's name. Texts to figures and graphs shall be indicated on a separate sheet. Tables shall be given Roman numerals. The text must contain references to all these annexes.

Layout of the paper

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. It is necessary to avoid in the title the usage of common expressions such as A study of ..., A contribution to ..., An attempt at ...; each paper shall be a finished treatise, papers in continuation denoted e.g. Part I, II, III, etc., cannot be published; subtitles of the papers are not allowed either.

The author's names are given without academic degrees, first names are given as abbreviations.

Summary - a brief one

The summary 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, but its role is not to replace this paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes. It is published in the language the paper is written in, it should comprise base numerical data including statistical data.

Summary - a longer one

This summary is a basis of English translation, it should contain comments on the results of the study, references to tables and figures, or to the most important literary citations. Its extent shall be two to three typescript pages. It may be submitted in English, if it is submitted in Czech or Slovak, an annexed English vocabulary of technical and agricultural terms will be appreciated.

Introduction

This section 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. Extensive historical reviews should be avoided. It does not have a title. If the paper does not include

the section Review of Literature, literary citations referring to the treated problem should be given in this introductory section.

Review of literature

This should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem. It is recommended to cite the lowest possible number of authors.

Material and Methods

Only original methods 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. A description of the method should enable any specialist to repeat the study on the basis of this description and mentioned citations.

Results

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

This section 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.

References

The citations shall be presented pursuant to the standard ČSN 01 0197. They are arranged alphabetically according to the surname of the first author: surname (capital letters), first name abbreviation, full title of the paper, official abbreviation of the journal, volume, year of publication, number, first page, last page; in book citations place of publication, publisher and year should be given. 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.

Address

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.

Use of abbreviations

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.

OBSAH – CONTENTS

Fyziologie – Physiology

Borkovec V., Procházka S., Lepík M.: Interakce cytokininů a kyseliny abscisové u ozimé pšenice v období před anthesí – Interaction of cytokinins and abscisic acid in winter wheat in the period prior to anthesis	561
Nátrová Z., Kostkanová E., Škorpík M., Smoček J.: Fyziologické a strukturní charakteristiky genových zdrojů pšenice s vyšší akumulací kapacity klasu – Physiological and structural characteristics of gene resources of wheat with higher sink capacity of the spike	571
Nátr L.: Negative correlation between the amount of respired substrate and the shoot/root ratio in dark grown barley seedlings – Negativní korelace mezi množstvím prodýchaného substrátu a poměrem nadzemní část/kořeny u mladých rostlin ječmene pěstovaných ve tmě	581
Dundelová M., Reinöhl V., Procházka S.: Produkce etylénu u ozimé pšenice v průběhu ontogeneze rostlin – Production of ethylene of winter wheat during plant ontogenesis	589
Kostrej A., Repka J.: Závislost fotosyntézy na zmenách príkonu slnečného žiarenia a teploty – Dependence of photosynthesis on changes in intensity of solar radiation and temperature	595
Rauscherová L., Hofbauer J.: Srovnání retardačních účinků přípravků Cultar a Alar 85 na jeteli lučním – Comparison of retarding effects of preparations Cultar and Alar 85 in red clover	603
Jureková Z., Repka J.: Reakcia odrôd ozimnej pšenice na interakčné pôsobenie dusíkatej výživy a retardanta rastu – Response of winter wheat varieties on interrelationship influence of nitrogen nutrition and growth retardant application	613
Prášilová P., Prášil I., Papazisis K.: Mrazuvzdornost ozimých ječmenů ve vztahu k jejich růstu a vývoji – Frost hardiness of winter barley in relation to growth and development stages	619
Švihra J., Rodríguez V.: Reakcie sóje na vodný stres – Response of soybean to water stress	627
Repka J., Jureková Z.: Zmeny fyziologickej aktivity asimilačného pletiva v podmienkach dlhodobej fotosyntézy – Changes in physiological activity of assimilative tissue in conditions of long-continued photosynthesis	633

INFORMACE – INFORMATION

Klusák H.: Kolorimetrické stanovení obsahu celkových a redukujících cukrů v obilninách – Colorimetric determination of the contents of total and reducing sugars in cereals	639
---	-----

PŘEDBĚŽNÉ SDĚLENÍ – PRELIMINARY REPORT

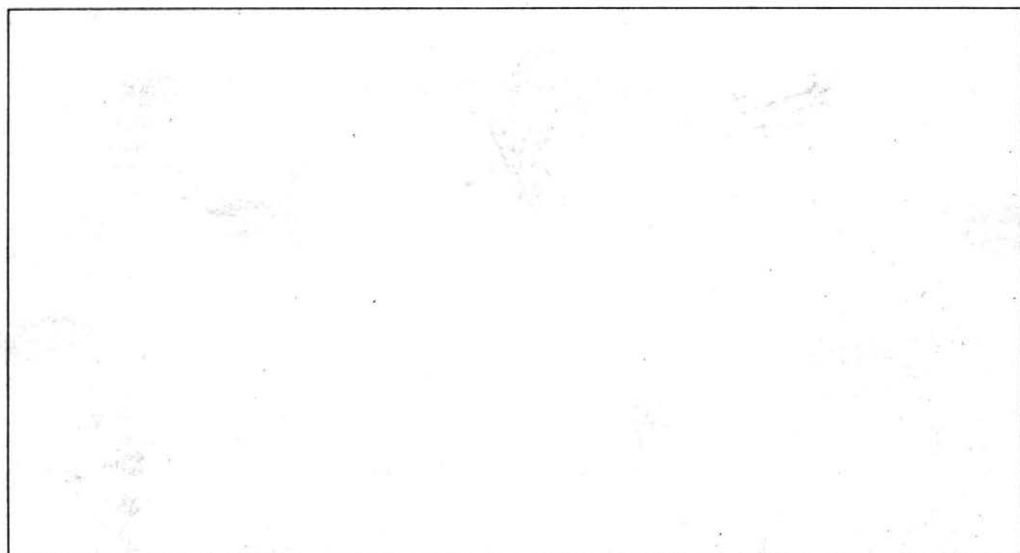
Vrkoč F., Knobová A.: Ke strukturální skladbě a výrobnímu zaměření rostlinné výroby – Notes on structural patterns and production orientation of crop production ..	645
---	-----

RECENZE – REVIEW

Pavelková J.: J. Petr, J. Dlouhý a kol.: Ekologické zemědělství	644
---	-----

ZE ZAHRANIČÍ – FROM ABROAD

Vidovič J.: 2. Kongres Európskej agronomickej spoločnosti (ESA)	652
---	-----



Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA ● Vydává Česká akademie zemědělských věd a Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied - Ústav zemědělských a potravinářských informací ● Vychází měsíčně ● Redaktorka: RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/257541 ● Sazba: Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, 267 01 Králův Dvůr, tel.: 0311/22959 ● Tisk: ÚZPI Praha ● © Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 1993

Rozšiřuje PNS a. s. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Hvoždanská 5-7, 149 00 Praha 4-Roztyly.