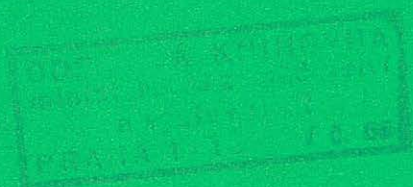




# ROSTLINNÁ VÝROBA

20 VP 399  
II.



7

ROČNÍK 23 (I)  
PRAHA  
ČERVENEC 1977  
CENA 18 Kčs  
ROYAL 23 (7)  
673 - 784  
CS ISSN 0035 - 8371

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VEDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada

Prof. ing. František Hron, CSc. (předseda), ing. Jiří Apltaufer, CSc., ing. Ivo Bareš, CSc., doc. ing. Mikuláš Derco, CSc., dr. ing. Zbyněk Facek, CSc., ing. Josef Habovštiak, CSc., ing. Josef Hlaváček, CSc., prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc., doc. ing. Anton Kováčik, DrSc., ing. Jaroslav Lekeš, DrSc., ing. František Mráz, CSc., doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., prof. ing. Václav Rybáček, CSc., doc. ing. Vladimír Segeta, CSc., ing. Miloslav Schmied, CSc., ing. Josef Slepíčka, CSc., doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Juraj Uhliar, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá prof. ing. František Hron, CSc.

Redaktorka RNDr. Eva Perglerová

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1977

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozboru a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu z oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7. Telefon 257541. Celoroční předplatné Kčs 216,—.

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезская 7.

The scientific journal ROSTLINNÁ VÝROBA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the plant production. Published by the Institute of Scientific and Technical Information for Agriculture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ROSTLINNÁ VÝROBA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der pflanzlichen Produktion. Herausgegeben von Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques pour l'agriculture. Publié chaque mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.



RF Q 8523

**O**brovský rozvoj, kterým zvl. v posledním desetiletí prošla socialistická zemědělská velkovýroba i úspěšně probíhající kooperace, koncentrace a specializace závodů, vytvářejí stále lepší materiální předpoklady pro další intenzifikaci zemědělství v celém komplexu našeho národního hospodářství. Je pochopitelné, že v této situaci roste přímo v zemědělských a zemědělsko-průmyslových soustavách potřeba nových vědecko-technických poznatků, na jejichž základech by bylo možné zabezpečit další plánovaný růst efektivní výroby.

V oblasti rostlinné výroby se tyto požadavky týkají jak nových, výkonných odrůd hlavních zemědělských plodin, tak vypracování komplexních technologických postupů jejich pěstování, které vycházejí z poznání základů racionální výživy rostlin, jejich ochrany proti chorobám a škůdcům i opatření, jež by v daných ekologických podmínkách zabezpečila při minimálních nákladech lidské práce využití úrodnosti půd.

V celém komplexu jednotlivých etap výzkumu orientovaného v konečné fázi na obě zmíněné sféry uplatnění vědecko-technického pokroku v rostlinné výrobě se stále více prosazuje potřeba důkladně poznat a respektovat biologické zákonitosti různých plodin. Pouze na základě vysvětlení mechanismů průběhu jednotlivých, velmi rozmanitých fyziologických pochodů a vzájemných příčinných i časových souvislostí mezi nimi a též objasnění jejich vztahu k stavům nebo změnám podmínek prostředí je možné v plné šíři poznat podstatu velmi složitého procesu utváření biologického a hospodářského výnosu. Jen pak je možné s pomocí dalších vědních disciplín vypracovat vědecky opodstatněné způsoby zvýšení výnosového potenciálu plodin nebo zajištění maximální jeho realizace v podmínkách běžné zemědělské praxe.

Lze tedy bez nadsázky říci, že další pokrok v rostlinné výrobě bude do značné míry záležet na tom, zda i v rámci zemědělského výzkumu bude věnováno více pozornosti studiu teoretických a v mnoha případech především fyziologických problémů.

Zatím je jen poměrně malá část úhrnné kapacity zemědělského výzkumu u nás zaměřena na problémy fyziologie hospodářsky důležitých plodin. Proto se Subkomise fyziologie a biochemie rostlin při Odboru rostlinné výroby ČSAZ snaží přispět k rozvinutí a prohloubení spolupráce mezi jednotlivými pracovišti zemědělského resortu i ČSAV, SAV a vysokých škol tak, aby se zlepšila metodická úroveň i efektivnost fyziologických výzkumů různých problémů. Současně usiluje o úzkou, ale konkrétní spolupráci fyziologů s odborníky jiných, často nosných oborů výzkumu a též zvýšení odborné úrovně svých členů.

Svědectvím takové spolupráce mezi fyziology a biochemiky různých resortů a též orientace našeho fyziologického výzkumu především na poznání těch životních pochodů, které rozhodují o výši a stabilitě hospodářského výnosu, jsou příspěvky zařazené do tohoto čísla Rostlinné výroby.

Výsledky víceletých pokusů s ozimou pšenicí a jarním ječmenem velmi názorně demonstrují, že dočasný nedostatek vláhy v půdě vede v listech k vývinu vodního sytostního deficitu a v závislosti na periodě uplatnění stressu zřetelně redukuje tu komponentu výnosu zrna, která se v té době vyvíjí. Rozsah negativních vlivů sucha závisí též na koncentraci půdního roztoku a je kvantitativně rozdílný u různých genotypů.



V dalším příspěvku je prokázáno, že při nedostatku vláhy se zřetelně mění vodní potenciál listů cukrovky a klesá čistý výkon fotosyntézy, rychlosti růstu rostlin i relativní listová pokryvnost a též hospodářský výnos. Různé režimy řízení závlah sice takovým nepříznivým změnám stavu rostlin zabráňují, mohou se však lišit úhrnnou spotřebou závlahové vody.

Analýzy průběhu akumulace sušiny, dusíku a fosforu v rostoucích obilkách pšenice a ječmene ukázaly podobný průběh hromadění všech komponent. Rychlost akumulace fosforu klesá však dříve než nastává omezení hromadění sušiny a dusíku v obilce. Paralelní analýzy ukázaly, že během růstu obilek klesá až o 35 % sušina stébla snížením obsahu v alkoholu rozpustných sloučenin.

Následující příspěvek prokázal (pomocí značení  $^{14}\text{C}$ ), jak původně málo usměrněná translokace asimilátů z listů sóji je v době vývinu lusků a zrání semen výrazně orientovaná do těchto orgánů.

V další práci byly u brambor zjištěny v rámci skupin s odlišnou raností genotypy se zřetelně rozdílnou fotosyntetickou asimilací.

Cenné poznatky přinesla další práce, v které jsou konfrontovány závislosti fotosyntézy, dýchání a akumulace živin u mladých rostlin kukurice na koncentraci minerálních živin v pletivu čepeli, resp. živném roztoku. Analýza ukázala, že oblast koncentrace živin, jež brzdí intenzitu dýchání, má pozitivní vliv na akumulaci sušiny i fotosyntetickou asimilaci.

Následující práce zjistila v průběhu ontogeneze jarního ječmene pozitivní korelaci mezi celkovou tvorbou nadzemní hmoty a obsahem fosforu. Hmotnost sušiny vytvořené do počátku sloupkování ani množství nahromaděného fosforu nemělo vliv na hmotnost rostlin a zrna na konci vegetace.

Ačkoliv v čepelích listů okurek vystavených stresu chladu byly zjištěny výrazné změny intenzity a energetické efektivity dýchání, není tento faktor považován v následujícím příspěvku za příčinu poškození, protože současně byla stanovena korelace uvedených poruch metabolismu s úrovní vyvolaného vodního sytostního deficitu listů.

Velmi zajímavé a závažné poznatky přináší další práce, ve které metodami experimentální morfologie i aplikací exogenních růstových látek je prokázán význam jednotlivých orgánů i translokace endogenních růstových hormonů v uchování celistvosti vyšší rostliny. Následující příspěvek velmi názorně demonstruje rozmanitost experimentálně vyvolaných fylogenetických rekapitulací u okrasných dřevin.

Poslední práce tohoto čísla Rostlinné výroby přináší důkazy hormonální podstaty posklizňové dormance obilek ječmene. Současně ukazuje způsoby regulace dočasného klidu obilek a tak buď snížení rizika porůstání zrn v klasech, nebo naopak zajištění vysoké sladařské hodnoty ječmene brzy po sklizni.

Doc. ing. Vladimír Segeta, CSc.,

Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně



# VPLYV VODNÉHO STRESU V OBDOBÍ PO 7. ETAPE ORGANOGENÉZY NA PRODUKTIVNOST' OZIMNEJ PŠENICE

J. Švihra, M. Zima, R. Hojčuš

ŠVIHRA, J. — ZIMA, M. — HOJČUŠ, R. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Vplyv vodného stresu v období po 7. etape organogenézy na produktivnosť ozimnej pšenice*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 675-681.

V nádobových vegetačných pokusoch v rokoch 1972—1975 bol sledovaný účinok zmien vodného režimu na produkčný proces ozimnej pšenice odrody 'Iljičovka', pestovanej pri troch stupňovaných hladinách minerálnej výživy a diferencovanom zásobení pôdy vodou (na úrovni 70% a 40% maximálnej kapilárnej kapacity). Nedostatok vody v období 7. etapy organogenézy a po nej vyvolal zníženie úrody zrna v priemere o 44,4 % v porovnaní s kontrolnými rastlinami (pestovanými pri konštantnom obsahu vody na úrovni 70% maximálnej kapilárnej kapacity). So stupňovaním hladiny výživy sa negatívny účinok vodného stresu na úrodu zrna zvyšuje. Zníženie úrody zrna je v rozhodujúcej miere ovplyvnené redukciou počtu vytvorených zŕn v klase — v priemere o 11,5 zrna na klas. Pri najvyššej hladine výživy bol počet zŕn v klase hlavného stebľa menší o 14,37 v porovnaní s kontrolnými rastlinami. Vodný stres ovplyvnil výrazne priebeh hodnôt vodného sýťostného deficitu listov.

ozimná pšenica; úroda; minerálna výživa; vodný stres; vodný sýťostný deficit

V poľnohospodárskej praxi sa každoročne stretávame so situáciami, kedy je úroda rastlín ovplyvnená dlhším či kratším obdobím nedostatku vody. Za podmienok intenzívneho pestovania, pri ktorom majú rastliny zabezpečenú adekvátnu výživu, je ich úroda limitovaná intenzitou dopadajúceho slnečného žiarenia, maximálnymi a minimálnymi teplotami a prístupnosťou vody (Samish, 1971). Z uvedeného vyplýva, že je potrebné venovať štúdiu účinkov vodnej zásobenosti rastlín na priebeh rastového a produkčného procesu mimoriadnu pozornosť.

U obilnín sú z hľadiska tvorby úrody zrna tieto obdobia: obdobie determinácie potenciálneho počtu zŕn v klase, obdobie kvitnutia a oplodnenia a obdobie nalievania zrna, považované za kľúčové kritické obdobia nárokov rastlín na vodu (Slatyer, 1967). V tomto smere bolo urobených mnoho pozorovaní výskumníkmi tak doma (Zemánek, 1971, 1975), ako i v zahraničí, pri ktorých sa okrem tvorby zrna sledovala aj úroveň priebehu jednotlivých fyziologických procesov vedúcich k tvorbe úrody (Procenko et al., 1974; Gunar et al., 1973; Gates, 1968; Greenway et al., 1968; Petinov, 1959, 1962; Frank et al., 1973; Žolkevič et al., 1958).

Pri zavádzaní nových odrôd do pestovateľskej praxe nám však často chýbajú dôkladnejšie fyziologické podklady o ich reakcii a prispôsobivosti sa na nepriaznivé faktory prostredia v tomto smere, najmä na sucho.

Cieľom predloženej práce je preto prispieť k charakteristike ozimnej pšenice odrody 'Iljičovka' a zistiť ovplyvnenie úrodového potenciálu vodným stresom v 7. etape organogenézy a po nej, pri rôznej úrovni minerálnej výživy, za ktorej boli rastliny pestované.

## MATERIÁL A METÓDY

Ozimná pšenica — odroda 'Iljičovka' bola pestovaná v hlinito-ílovitej pôde vo vegetačných Mitscherlichových nádobách v rokoch 1972—1975. Hmotnosť pôdy v nádobe bola 30 kg. V práci vyhodnocujeme tri hladiny výživy označené ako A, B, C.

U hladiny výživy A sa do pôdy v nádobe pridalo 1,5 g N, 1,08 g P a 1,74 g K. Hladiny výživy B a C predstavujú päťnásobné, resp. desaťnásobné zvýšenie úrovne hladiny A so zachovaním pomeru živín (1 : 0,78 : 1,16). Pred sejbou sa do pôdy vpravilo celé množstvo P vo forme superfosfátu, K vo forme draselnej soli a 2/3 N vo forme síranu amónneho. Zostávajúca 1/3 dávky N sa pridala vo forme liadku amónno-vápenatého po 3. etape organogenézy. V pokuse bolo celkovo 12 variantov. Pri každej hladine výživy bolo zásobovanie rastlín vodou diferencované na úrovni vyššiu (70 % maximálnej kapilárnej kapacity) a nižšiu (40 % maximálnej kapilárnej kapacity) v období medzi 3.–12. etapou organogenézy, so zmenami v 7. etape organogenézy, kedy u polovice nádob udržiavaných na 70 % MKK bola urobená zmena dodávky vody na 40 % MKK (stresované rastliny) a opačne u polovice nádob udržiavaných na 40 % MKK bol zlepšený prísun vody na úroveň 70 % MKK. Zmienené varianty potom označujeme pre prehľadnosť ako 70, 40, 70→40 a 40→70. V každom variante bolo 25–30 nádob. Ošetrovanie pokusu bolo robené podľa bežných zásad. Udržiavanie obsahu vody v pôde na predom stanovenej úrovni (pred začatím experimentu) bolo zabezpečené pravidelným polievaním, minimálne 1-krát denne podľa gravimetrického úbytku vody zo sústavy, berúc do úvahy narastajúcu hmotu rastlín.

Vodný sýtosťný deficit bol stanovený modifikáciou metódy Čatského (1965) sýtením 2 cm dlhých segmentov z listov hlavného stebľa v tme. Odber vzoriek bol robený mimoriadne starostlivo, zavčasu ráno pred zalievaním rastlín vodou v troch opakovaniach pre každý list hlavného stebľa.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z charakteristík úrody uvedených v tab. I je zrejmé, že úroda zrna, ale i slamy, a vzájomný pomer vegetatívnych a reprodukčných orgánov

I. Charakteristiky úrody rastlín pšenice pestovaných za jednotlivých hladín výživy a maximálnej kapilárnej kapacity (priemery za 3 roky) — Yield characteristics of wheat plants grown at different nutrition levels and at maximal capillary capacity (average values for 3 years)

| Hladina výživy | MKK %       | Hmotnosť sušiny<br>1 rastliny v g |       |                        | Pomer<br>zrno : slama | Pomer<br>slama : zrno |
|----------------|-------------|-----------------------------------|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                |             | zrno                              | slama | nadzemná<br>časť spolu |                       |                       |
| A              | 40          | 0,86                              | 1,08  | 1,94                   | 0,79                  | 1,26                  |
|                | 70          | 1,21                              | 1,51  | 2,72                   | 0,80                  | 1,25                  |
|                | 70 → 40     | 0,74                              | 1,22  | 1,96                   | 0,60                  | 1,65                  |
|                | 40 → 70     | 0,94                              | 1,16  | 2,10                   | 0,81                  | 1,23                  |
|                | Ø A hladiny | 0,94                              | 1,24  | 2,18                   | 0,75                  | 1,32                  |
| B              | 40          | 1,00                              | 1,70  | 2,70                   | 0,58                  | 1,70                  |
|                | 70          | 1,47                              | 2,09  | 3,56                   | 0,70                  | 1,42                  |
|                | 70 → 40     | 0,92                              | 1,95  | 2,87                   | 0,47                  | 2,12                  |
|                | 40 → 70     | 1,11                              | 1,82  | 2,93                   | 0,61                  | 1,64                  |
|                | Ø B hladiny | 1,12                              | 1,89  | 3,02                   | 0,59                  | 1,69                  |
| C              | 40          | 0,88                              | 1,90  | 2,78                   | 0,46                  | 2,16                  |
|                | 70          | 1,37                              | 2,38  | 3,75                   | 0,58                  | 1,74                  |
|                | 70 → 40     | 0,60                              | 2,36  | 2,96                   | 0,25                  | 3,93                  |
|                | 40 → 70     | 1,32                              | 2,08  | 3,40                   | 0,63                  | 1,58                  |
|                | Ø C hladiny | 1,05                              | 2,18  | 3,22                   | 0,48                  | 2,08                  |

boli silne ovplyvnené zvolenými spôsobmi ošetrovania. Absolútny rozdiel v úrode zrna najproduktívnejšieho variantu a variantu s najnižšou úrodou, je viac ako stopercentný.

Obsah prístupnej vody v pôde, udržiavaný na úrovni 70 % maximálnej kapilárnej kapacity, bol pre tvorbu zrna, ako i pre úrodu sušiny nadzemnej časti rastlín najpriaznivejší. Nedostatok vody vplýva na úrodu zrna v priebehu celej ontogenézy. Mimoriadne silné zníženie úrody je zaznamenané pri vodnom strese u rastlín, ktoré boli do obdobia 7. etapy organogenézy pestované za podmienok optimálnej zásobenosti vodou (tab. II). V tomto období sa už nejedná o rast vegetatívnych orgánov, ktoré boli nedostatkom vody v tomto období ovplyvnené iba menej, čo vidíme v tab. II na príklade úrody slamy, ako i celkovej hmotnosti nadzemnej biomasy.

II. Charakteristiky úrody v závislosti od zásobenosti vodou (priemery hladín výživy za všetky experimentálne roky) — Yield characteristics of wheat in dependence on water supply (average nutrition levels for all test years)

| MKK     | Zrno               |                | Slama              |                | Celková hmotnosť sušiny nadzemnej biomasy |                |
|---------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|-------------------------------------------|----------------|
|         | g na rastlinu      | v % ku 70% MKK | g na rastlinu      | v % ku 70% MKK | g na rastlinu                             | v % ku 70% MKK |
| 40      | 0,92 <sup>++</sup> | 68,15          | 1,55 <sup>++</sup> | 77,89          | 2,47 <sup>++</sup>                        | 73,95          |
| 70      | 1,35               | 100,00         | 1,99               | 100,00         | 3,34                                      | 100,00         |
| 70 → 40 | 0,75 <sup>++</sup> | 55,56          | 1,85 <sup>+</sup>  | 92,96          | 2,60 <sup>++</sup>                        | 77,84          |
| 40 → 70 | 1,12 <sup>++</sup> | 82,96          | 1,69 <sup>++</sup> | 84,92          | 2,81 <sup>+</sup>                         | 84,13          |

<sup>++</sup> — rozdiely preukazné pri  $P 0,01$

<sup>+</sup> — rozdiely preukazné pri  $P 0,05$

Dôkladnejšie porovnanie účinku nedostatku vody (variant 70 → 40) pri jednotlivých hladinách výživy je uvedené v tab. III, v ktorej sa potvrdzuje známa skutočnosť, že pri vyšších hladinách výživy sa nedostatok vody prejavuje omnoho výraznejšie. Ak je však slabá vodná zásobenosť počas dlhšieho obdobia vegetácie, spadajúca i do podstatnej časti obdobia vegetatívneho rastu (varianty 40 % MKK), tak sú rozdiely medzi hladinami výživy takmer zotreté.

Zlepšenie podmienok vodnej zásobenosti rastlín v 7. etape organogenézy a po nej má za následok zvýšenie úrody zrna v porovnaní s rastlinami nedostatočne zásobenými vodou o 9–50 %. Mimoriadne dôležité je zvýšenie úrody zrna zaznamenané u rastlín pestovaných pri vysokej hladine živín.

Za nedostatku vody v období 7. etapy organogenézy a po nej nastávajú u odrody 'Iljičovka' podstatné zmeny v tvorbe úrodotočných prvkov. Potvrdzuje to nami sledovaný počet zŕn v klase hlavného stebľa (tab. IV). Pri jednotlivých hladinách výživy je znova zníženie počtu zŕn v klase rozdielne.

Počet zŕn v klase je determinovaný počas relatívne krátkeho obdobia



III. Relatívne porovnanie úrod zrna, slamy a celkovej nadzemnej biomasy medzi jednotlivými variantmi zásobenia vodou — Relative comparison of the yields of grain, straw and total above-ground phytomass between individual variants of water supply

|                    | Hladina výživy | Zrno   | Slama  | Celková nadzemná biomasa |
|--------------------|----------------|--------|--------|--------------------------|
| 70 → 40 : 70 % MKK | A              | −38,84 | −19,21 | −27,94                   |
|                    | B              | −37,41 | −6,70  | −19,38                   |
|                    | C              | −56,20 | −0,84  | −21,07                   |
| 40 → 70 : 40 % MKK | A              | + 9,30 | + 7,41 | + 8,25                   |
|                    | B              | +11,00 | + 7,06 | + 8,52                   |
|                    | C              | +50,00 | + 9,47 | +22,30                   |
| 40 % : 70 % MKK    | A              | −28,93 | −28,48 | −28,68                   |
|                    | B              | −31,97 | −18,66 | −24,16                   |
|                    | C              | −35,77 | −20,17 | −25,87                   |

IV. Počet zŕn v klase hlavného stebľa v porovnaní s variantmi pestovanými pri 70 % MKK — The number of grains in the ear of the main stalk, in comparison with variants grown at 70 % MKK

| % MKK   | Hladina výživy      |                      |                      | Priemer              |
|---------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|         | A                   | B                    | C                    |                      |
| 70      | 24,12               | 30,60                | 27,99                | 27,57 skut. hodn.    |
| 40      | −6,43 <sup>++</sup> | −9,32 <sup>++</sup>  | −7,85 <sup>++</sup>  | −7,87 <sup>++</sup>  |
| 70 → 40 | −9,00 <sup>++</sup> | −11,02 <sup>++</sup> | −14,37 <sup>++</sup> | −11,47 <sup>++</sup> |
| 40 → 70 | −4,92 <sup>++</sup> | −4,57 <sup>++</sup>  | + 3,03 <sup>++</sup> | −2,16 <sup>+</sup>   |

<sup>++</sup> — rozdiely preukazné pri  $P 0,01$

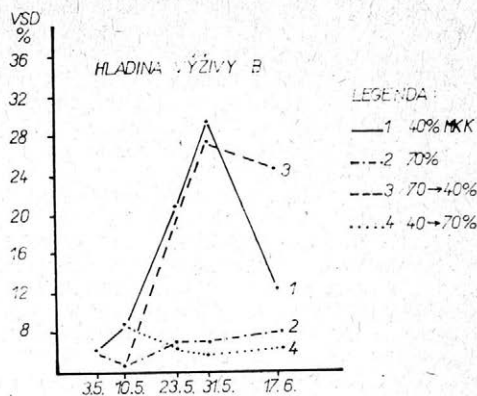
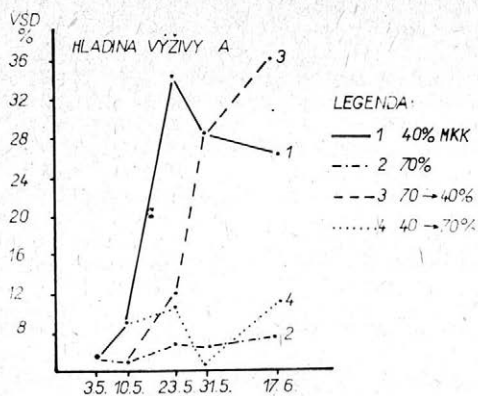
<sup>+</sup> — rozdiely preukazné pri  $P 0,05$

vegetácie. Ako vyplýva z našich výsledkov, nie je odroda 'Iljičovka' mimoriadne citlivá na dlhšie trvajúce suchu, čo sa u nej prejavuje tým, že počet zŕn v klase je znížený iba o 6 až 8. Patrí iste do tej skupiny tetraploidných a hexaploidných pšeníc, ktoré majú určitú odolnosť voči suchu (Procenko et al., 1975).

Pri nedostatku vody nastáva však i u tejto pšenice značný vzostup hodnôt vodného sýtosťného deficitu steblových listov (VSD), ktorý je pre jednotlivé hladiny výživy znázornený na obr. 1–3.

Stúpanie hodnôt VSD v priebehu ontogenézy súvisí jednoznačne s priebehom vonkajších klimatických faktorov v interakcii so samotným rastovým procesom rastlín (zväčšovanie transpiračnej plochy). Podobný priebeh zaznamenali Slavík (1955), Čatský (1963), Luebs a Laag (1967).

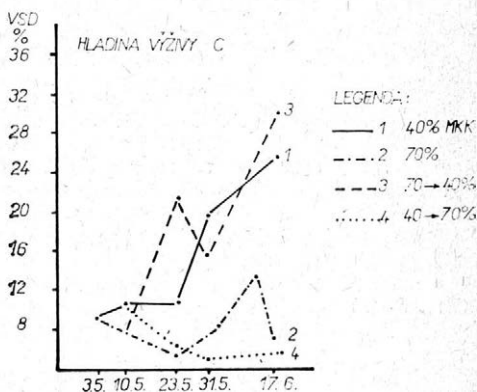
Stanovenie VSD sme robili v skorých ranných hodinách a ak sme vtedy u rastlín nedostatočne zásobených vodou zistili na začiatku júna hodnoty VSD okolo 30 %, tak v období maximálnej transpirácie v dennom cykle dochádzalo až k miernemu vädnutiu listov (Švihra et al., 1975).



1. Zmeny priemerných hodnôt vodného sýťostného deficitu steblových listov (% VSD) v priebehu roka 1974 u rastlín pestovaných pri hladine výživy A — Changes in the average values of the water saturation deficit of leaves on the stalk (% of WSD) in the course of 1974 in plants grown at nutrition level A

2. Zmeny priemerných hodnôt vodného sýťostného deficitu steblových listov (% VSD) v priebehu roka 1974 u rastlín pestovaných pri hladine výživy B — Changes in the average values of the water saturation deficit of leaves on the stalk (% of WSD) in the course of 1974 in plants grown at nutrition level B

3. Zmeny priemerných hodnôt vodného sýťostného deficitu steblových listov (% VSD) v priebehu roka 1974 u rastlín pestovaných pri hladine výživy C — Changes in the average values of the water saturation deficit of leaves on the stalk (% of WSD) in the course of 1974 in plants grown at nutrition level C



Vodný sýťostný deficit ovplyvňuje celý rad životne dôležitých funkcií rastlín pšenice. S fotosyntézou ostatných častí rastliny (klasu, stebľa), sú narušené aj procesy translokácie asimilátov do zrna (Žolkevič et al., 1958).

Mnohé vysvetlenia nižšej úrody zrna by bolo možné nájsť tak ako na ne poukazuje Procenko et al. (1974) už štúdiom životaschopnosti pelu pri nedostatku vody v rastline. Odrodová rozdielnosť v reakcii rastlín pšenice na podmienky sucha si vyžaduje naďalej mimoriadnu pozornosť (Zemánek, 1975; Přikryl et al., 1975; Dedio, 1975).

Na základe našich výsledkov sa potvrdila aj u odrody 'Tljičovka' známa skutočnosť o vplyve nedostatku vody na úrodu (Hsiao, 1973). Zníženie úrody vplyvom nedostatku vody v 7. etape organogenézy a po nej sa deje cez ovplyvnenie tvorby a rastu reprodukčných orgánov (Švihra et al., 1975), ako aj cez zmeny v aktivite rastlinného organizmu ako celku (Repka, Švihra, 1972; Zima, 1976; Mc Neil, Frey, 1969; Zemánek a i.).

- CATSKÝ, J.: Water saturation deficit and its development in young and old leaves. In: The water relations of plants. Ed. A. J. Rutter, London 1963, Balckwell scientific public. s. 101-112.
- CATSKÝ, J.: Vodní sytostní deficit. In: Metody studia vodního provozu rostlin Praha, Academia 1965, s. 119-129.
- DEDIO, W.: Water relations in wheat leaves as screening tests for drought resistance. Canad. J. Plant Sci. 55, 1975, s. 369-378.
- FRANK, A. B. — POWER, J. R. — WILLIS, W. C.: Effect of temperature and plant water stress on photosynthesis, diffusion resistance, and leaf water potential in spring wheat. Agronomy Journal, 65, 1973, s. 777-780.
- GATES, C. T.: Water deficits and growth of herbaceous plants. In: Vol. 2 T. T. Kozlowski (ed): Water deficits and plant growth. New York, Academic Press, 1968, s. 135-190.
- GREENWAY, H. — KLEOPPER, B. — HUGHES, P. G.: Effects of low water potential on ion uptake and loss from excised roots. Plants, 80, 1968, č. 1, s. 129-141.
- GUNAR, I. I. — EL KINANI KALIFA — PANIČKIN, L. A.: Nakoplenije mineral'nych elementov i suchogo večestva pšenicej v zavisimosti ot uslovij mineral'nogo pitaniya i vodnogo režima. Izvestija Timirj. s-choz. Akad. 6, 1973, č. 1, s. 13-18.
- HSIAO, T. C.: Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiology, Palo Alto, 1973, zv. 24, s. 519-570.
- LUEBS, R. E. — LAAG, A. E.: Evapotranspiration and water stress of barley with increased nitrogen. Agronomy Journal, 61, 1969, s. 921-924.
- Mc NELI, M. J. — FREY, K. J.: Root and foliage of oats at several levels of fertility and moisture. Agronomy Journal, 61, 1969, s. 461-464.
- PETINOV, N. S.: Fiziologija orošajemoj pšenicy. Moskva 1959, Izd. Akad. Nauk SSSR.
- PETINOV, N. S.: Fiziologija orošajemych sel'skochozjajstvennyh rastenij. Moskva 1962, Izdatel'stvo Akad. Nauk SSSR, s. 159.
- PROCENKO, D. F. — KIRIČENKO, F. G. — MUSIJENKO, N. N. — SLAVNYJ, P. S.: Zasuchoustojčivost ozimoj pšenicy. Kijev 1975, Kolos, s. 240.
- PRIKRYL, K. — ONDERKA, M. — HOFERKOVÁ, J.: Odrůdová citlivost na nízké teploty a obsah vody v půdě při vzcházení, Rostl. Výroba, 21, 1975, č. 1, s. 5-9.
- REPKA, J. — ŠVIHRA, J.: Príspevok k fyziológii ozimnej pšenice. Rostl. Výroba, 18, 1972, č. 9, s. 983-991.
- SAMISH, R. M.: Recent advances in plant nutrition. Vol. 1, 2 London, 1971, Gordon Alfa Breach Sci. Publ.
- SLAYTER, R. O.: Plant water relationships, London, New York, 1967, Academic Press.
- SLAVÍK, B.: K dynamice vodního deficitu rostlin. Preslia, 27, 1955, s. 124-153.
- ŠVIHRA, J. — ZIMA, M. — HOJČUŠ, R. — KUBOVÁ, A.: Rastová a produkčná aktivita rastlín vo vzťahu s minerálnou výživou a vodnou nasýtenosťou pletív. [Záverčná správa.] Nitra, 1975, 90 s.
- ZEMÁNEK, M.: Vliv růstového retardantu CCC na vodní provoz a produkci sušiny u jarní pšenice při diferencovaném zásobení rostlin vodou. Rostl. Výroba, 17, 1971, č. 5, s. 541-555.
- ZEMÁNEK, M.: Vliv retardantu CCC a antitranspirantu TAG na vodní provoz a fotosyntetickou produkci jarní pšenice. Rostl. Výroba, 21, 1975, č. 4, s. 379-392.
- ZIMA, M.: Vplyv koncentrácie živín a stavu vody v pletivách na fotosyntézu a produkčný proces. [Kand. diz. práca.] Nitra 1976, 184 s.
- ZOLKEVIČ, V. N. — PRUSAKOVA, L. D. — LIZANDR, A. A.: Peredviženije assimilatov i dychanije provodjaščich putej v zavisimosti ot vlažnosti počvy. Fiziol. rastenij, 5, 1958, č. 3, s. 337-344.

Došlo dňa 14. 1. 1977

ШВИГРА, Я. — ЗИМА, М. — ГОЙЧУШ, Р. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Влияние водного стресса после 7 этапа органогенеза на продуктивность озимой пшеницы. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 675-681.

В 1972—1975 гг. в вегетационных сосудах изучалось действие изменения водного режима на продуктивный процесс озимой пшеницы сорта 'Ильичовка', выращиваемой при трех уровнях минерального питания и дифференцированном запаса почвы водой (на уровне

70 % и 40 % максимальной капиллярной емкости). Недостаток воды в период 7 этапа органогенеза и позже понижал урожай зерна в среднем на 44,4 % по сравнению с контрольными растениями, выращиваемыми постоянно при содержании воды на уровне 70 % максимальной капиллярной емкости. Понижение урожая зерна значительно обусловлено редукцией числа образовавшихся зерен в колосе — в среднем на 11,5 зерна на колос. Отрицательное действие водного стресса на урожай зерна растет при двойном уровне питания. При самом высоком уровне питания число зерен в колосе главного стебля бывает на 14,37 зерна меньше по сравнению с контрольными растениями. Водный стресс достоверно обусловил ход значений дефицита влажности листьев.

озимая пшеница; урожай; минеральное питание; водный стресс; дефицит влажности

ŠVIHRA, J. — ZIMA, M. — HOJČUŠ, R. (University of Agriculture, Nitra). *The Effect of Water Stress after the 7th Stage of Organogenesis on the Productivity of Winter Wheat*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 675-681.

Pot experiments were performed in 1972-1975 to study the effect of changes in the water régime on the yielding performance of the 'Ilyichovka' winter wheat variety grown at three gradated levels of mineral nutrition and at differentiated levels of water supply to soil (70 % and 40 % of maximal capillary capacity). An insufficient supply of water in the period of the 7th stage of organogenesis and in the subsequent period reduced grain yields by 44.4 %, on an average, in comparison with the control plants (grown constantly at a water supply equal to 70 % maximal capillary capacity). The negative impact of water stress on grain yield rises with gradated nutrition levels. Grain yield reduction is substantially influenced by the reduction in the number of grains produced per ear, the average being lower by 11.5 grains per ear. At the highest level of nutrition the number of grains in the ear on the main stalk was smaller by 14.37, as compared with the control plants. Water stress manifestly influenced the course of the values of the water saturation deficit of leaves.

winter wheat; yield; mineral nutrition; water stress; water saturation deficit

ŠVIHRA, J. — ZIMA, M. — HOJČUŠ, R. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra). *Einwirkung von Wasserstress während der 7. Etappe der Organogenese auf Produktivität beim Winterweizen*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 675-681.

Im Zeitraum 1972-1975 wurde in Vegetationsgefäßversuchen die Einwirkung von Veränderungen im Wasserhaushalt auf den Produktionsprozeß an dem, bei drei gesteigerten Niveaus der Mineralernährung und differenziertem Wasservorrat im Boden (auf dem Niveau von 70 % und 40 % der maximalen Kapillarkapazität) angebauten Winterweizen der Sorte 'Iljičovka' untersucht. Wassermangel während und nach der siebenten Etappe der Organogenese verursachte eine Verminderung des Kornertrags durchschnittlich um 44,4 % im Vergleich zu den Kontrollpflanzen (die konstant bei einem Wassergehalt auf dem Niveau von 70 % der maximalen Kapillarkapazität angebaut wurden). Mit der Steigerung des Ernährungsniveaus steigt die negative Einwirkung von Wasserstress auf den Kornertrag an. Verminderung des Kornertrages wird im entscheidenden Maße durch Reduktion der Anzahl der in der Ähre gebildeten Körner — im Durchschnitt um 11,5 Körner je Ähre — beeinflusst. Bei dem höchsten Ernährungsniveau war die Kornanzahl in der Ähre des Haupthalmes um 14,37 niedriger im Vergleich zu den Kontrollpflanzen. Durch Wasserstress wurde merkbar der Verlauf der Werte bei dem Wassersättigungsdefizit in Blättern beeinflusst.

Winterweizen; Ertrag; Mineralernährung; Wasserstress; Wassersättigungsdefizit

---

Adresa autorov:

Doc. ing. Ján Švihra, CSc., ing. Miroslav Zima, ing. Rudolf Hojčuš, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---



## Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z oboru rostlinné výroby

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

KOLDERUP, F.

D 27.550/28

**Effect of soil moisture and temperature on yield and protein production in wheat.**

Oslo, Norges landbrukshøgskole 1975. 17 s. 8 obr. 2 tab. Meldinger vol. 54, nr 28. (Pšenice — výnosy — půda — vlhkost — vliv — výzkum / / Pšenice — bílkoviny — teplota — vliv — výzkum — Norsko)

C 12.047/914

**Progress in developing maize with improvement protein quality.**

Lafayette (Ind.), Purdue univ. 1974. 10 s. 3 obr. Research bulletin no 914. (Kukuřice — bílkoviny — obsah — zvýšení — šlechtění)

FRÖHLICH, W.

D 35.181/263

**Untersuchungen über den Einfluß von Formen mit aufrechter Blatthal-  
tung auf das Ertragspotential von Mais (*Zea mays* L.)**

Diss. d. Fachbereich Pflanzenproduktion d. Univ. Hohenheim. Hohenheim, Inst. f. Pflanzenzüchtung 1975. 86 s. 16 tab. (Kukuřice — výnosy — listy — poloha — vliv — výzkum — NSR — disertační práce)

D 66.419

**Genetika, selekcijska, semenovodstvo i vzdelyvanije grečichi.**

Moskva, Kolos 1976. 351 s. obr. tab. (Pohanka — pěstování — sborník / / Pohanka — šlechtění a semenářství — sborník — SSSR)

# SPOLUPŮSOBNÍ VODY A DUSÍKU PŘI TVORBĚ VÝNOSU JARNÍHO JEČMENE

M. Zemánek

ZEMÁNEK, M. (Výzkumný a šlechtitelský ústav obilnářský, Kroměříž): *Spolupůsobení vody a dusíku při tvorbě výnosu jarního ječmene*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 683-693.

U souboru genotypů jarního ječmene ('Proskovcův hanácký', 'Ametyst', 'Diamant', 'Dvoran', 'KM 1192' a 'Rtg Valtický') byla v nádobových pokusech v roce 1973 a 1974 sledována reakce na čtyři varianty zásobení vodou a na dvě dávky dusíku. Genotypy i zásobení vodou významně ovlivňovalo všechny složky výnosu zrna, vliv dusíku na výnos zrna a na počet klasů závisel na ročníku. Téměř u všech složek hospodářského výnosu byly zjištěny významné interakce mezi genotypy a zásobením vodou i dávkami dusíku a též zásobením dusíkem a vodním režimem půdy. Pozitivní vliv vyšší dávky dusíku na výnos se uplatnil jen při modelové optimální zásobení vodou, nikoliv ve výrazně suchých podmínkách. Sledované faktory ovlivňovaly rozvoj asimilačního aparátu. Mezi plochou čepelí třech horních listů ve fázi metání a výnosem zrna byl zjištěn pozitivní vztah.

genotypy; jarní ječmen; výnos zrna; voda; dusík; plocha čepelí listů; evapotranspirační koeficient

Nedostatek vody a nízká úroveň minerální výživy neumožňují realizaci výnosového potenciálu genotypů zemědělských plodin. Utváření maximálních výnosů obilovin je determinováno přesným rozdělením teplot a srážek a vzájemným poměrem jejich množství (maxim) přesně rozdělených v čase (Kudrna, 1973).

Tvorbu výnosu jarního ječmene omezuje nedostatek vody, zejména v kritických obdobích vůči suchu (Cetl, 1957) a podporuje optimální rozdělení srážek v jednotlivých fenofázích (Špánik, 1973).

Jednou z charakteristik produktivních genotypů jarního ječmene je také efektivní využívání minerální výživy, zejména dusíku a vody na tvorbu výnosu. Proměnlivé podmínky vnějšího prostředí po dosažení určité intenzity mohou působit jako stressové faktory, které v závislosti na adaptačních schopnostech genotypů mohou negativně ovlivňovat tvorbu výnosu zrna (Slatyer, 1969; Hsiao, 1973).

Ze studia fyziologie xeromorfních typů rostlin vyplývá, že vysoká produktivita rostlin a jejich odolnost vůči suchu se vzájemně nemusí vylučovat (Maksimov, 1952). Potřeba vyšlechtění produktivních typů v suchých podmínkách vedla k vypracování řady kritérií odolnosti vůči suchu, založených na různých životních projevech rostlin (např. Udovenko et al., 1970). Přímé metody sledující reakci genotypů na různé podmínky zásobení vodou a minerální výživy na základě analýzy tvorby výnosu zrna jsou dosud metodami nejspolehlivějšími, ale také nejpracnějšími.

V tomto příspěvku je řešena problematika vlivu diferencovaného zásobení vodou a dusíkem u souboru genotypů jarního ječmene na výnos zrna, výnosové prvky, plochu listových čepelí a na efektivnost využívání vody.

I. Vliv zásobení vodou a dusíkem na výnos zrna — The effect of water and nitrogen supply on grain yield

| Genotyp                       | Dávka<br>dusíku<br>g na<br>nádobu | Varianty zásobení vodou |       |       |       | Průměr                         |          |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|
|                               |                                   | 70—70                   | 30—30 | 70—30 | 30—70 | variant<br>zásobení<br>dusíkem | genotypů |
|                               |                                   | g na nádobu             |       |       |       |                                |          |
| 1973                          |                                   |                         |       |       |       |                                |          |
| Proskovcův                    | 0,7                               | 26,3                    | 15,3  | 22,1  | 13,3  | 19,2                           | 18,6     |
| Hanácký                       | 2,1                               | 36,8                    | 10,4  | 15,3  | 9,5   | 18,0                           |          |
|                               | $\beta$                           | 31,6                    | 12,8  | 18,7  | 11,4  |                                |          |
| Diamant                       | 0,7                               | 31,5                    | 15,7  | 28,0  | 14,3  | 22,4                           | 19,2     |
|                               | 2,1                               | 31,8                    | 6,4   | 17,9  | 7,8   | 16,0                           |          |
|                               | $\beta$                           | 31,6                    | 11,0  | 23,0  | 11,0  |                                |          |
| Ametyst                       | 0,7                               | 31,4                    | 10,3  | 29,6  | 18,4  | 22,4                           | 20,3     |
|                               | 2,1                               | 29,8                    | 9,6   | 19,8  | 13,2  | 18,1                           |          |
|                               | $\beta$                           | 30,6                    | 10,0  | 24,7  | 15,8  |                                |          |
| KM 1192                       | 0,7                               | 35,2                    | 13,4  | 29,0  | 16,7  | 23,6                           | 20,7     |
|                               | 2,1                               | 29,6                    | 9,8   | 22,0  | 10,0  | 17,8                           |          |
|                               | $\beta$                           | 32,4                    | 11,6  | 25,5  | 13,4  |                                |          |
| Rtg Valtický                  | 0,7                               | 24,6                    | 12,6  | 26,1  | 12,2  | 18,9                           | 18,7     |
|                               | 2,1                               | 35,7                    | 9,5   | 17,7  | 11,0  | 18,5                           |          |
|                               | $\beta$                           | 30,2                    | 11,0  | 21,9  | 11,6  |                                |          |
| Průměr<br>souboru<br>genotypů | 0,7                               | 29,8                    | 13,5  | 27,0  | 15,0  | 21,3                           | 19,5     |
|                               | 2,1                               | 32,7                    | 9,1   | 18,5  | 10,3  | 17,7                           |          |
|                               | $\beta$                           | 31,3                    | 11,3  | 22,8  | 12,6  |                                |          |
| 1974                          |                                   |                         |       |       |       |                                |          |
| Proskovcův                    | 0,7                               | 35,7                    | 13,1  | 27,0  | 21,5  | 24,3                           | 23,7     |
| Hanácký                       | 2,1                               | 42,9                    | 8,5   | 23,6  | 17,1  | 23,0                           |          |
|                               | $\beta$                           | 39,3                    | 10,8  | 25,3  | 19,3  |                                |          |
| Dvoran                        | 0,7                               | 34,4                    | 13,4  | 29,8  | 25,6  | 25,8                           | 26,7     |
|                               | 2,1                               | 41,0                    | 10,7  | 31,1  | 27,4  | 27,6                           |          |
|                               | $\beta$                           | 37,7                    | 12,0  | 30,4  | 26,5  |                                |          |
| Ametyst                       | 0,7                               | 31,9                    | 13,3  | 26,1  | 23,9  | 23,8                           | 24,0     |
|                               | 2,1                               | 39,0                    | 8,7   | 27,0  | 22,0  | 24,2                           |          |
|                               | $\beta$                           | 35,4                    | 11,0  | 26,6  | 23,0  |                                |          |
| KM 1192                       | 0,7                               | 38,0                    | 12,6  | 29,8  | 22,6  | 25,8                           | 25,0     |
|                               | 2,1                               | 45,8                    | 9,1   | 24,4  | 17,6  | 24,2                           |          |
|                               | $\beta$                           | 41,9                    | 10,8  | 27,1  | 20,1  |                                |          |
| Rtg Valtický                  | 0,7                               | 35,5                    | 11,8  | 25,6  | 19,5  | 23,1                           | 23,4     |
|                               | 2,1                               | 44,0                    | 10,0  | 23,5  | 17,0  | 23,6                           |          |
|                               | $\beta$                           | 39,8                    | 10,9  | 24,6  | 18,2  |                                |          |
| Průměr<br>souboru<br>genotypů | 0,7                               | 35,1                    | 12,8  | 27,7  | 22,6  | 24,5                           | 24,5     |
|                               | 2,1                               | 42,5                    | 9,4   | 25,9  | 20,2  | 24,5                           |          |
|                               | $\beta$                           | 38,8                    | 11,1  | 26,8  | 21,4  |                                |          |

Minimální průkazné difference ( $d$ ) při

|      | $P_{0,01}$ | $P_{0,05}$ | $P_{0,10}$ | $P_{0,20}$ |
|------|------------|------------|------------|------------|
| 1973 | 5,86       | 4,42       | 3,69       | 2,86       |
| 1974 | 1,30       | 0,98       | 0,82       | 0,64       |

## MATERIÁL A METODY

Do nádobového pokusu v roce 1973 a 1974 byly zařazeny tyto genotypy jarního ječmene: 'Proskovcův hanácký', 'Diamant', 'Dvoran', 'Ametyst', 'KM 1192' a 'Rtg Valtický'.

Do Mitscherlichovy nádoby byla odvážena směs 4,5 kg ornice a 2 kg písku a po zasetí byl povrch nádoby zasypán 20 dkg písku. Do každé nádoby při přípravě směsi bylo aplikováno 0,7 g anebo 2,1 g N, 0,44 g P a 1,16 g K. V 1 kg ornice bylo do nádoby dodáno 25 mg P, 150 mg K a 149 mg Mg.

V nádobě bylo pěstováno 20 rostlin při čtyřech variantách zásobení vodou: I. modelově optimální zásobení vodou, zaléváno po celé vegetační období na 70 % maximální kapilární kapacity (70–70); II. zaléváno na 30 % po celé vegetační období (30–30); III. fáze metání zaléváno na 70 % a od metání do zrání na 30 % (70–30); IV. do fáze metání zaléváno na 30 % a od metání do zrání na 70 % (30–70).

Uvedené režimy byly kontrolovány v 1–2denních intervalech vážením a dodáním příslušného množství vody. Ze spotřeby vody za vegetaci a z produkce sušiny nadzemní části byl vypočten evapotranspirační koeficient. Plocha čepelí tří horních listů hlavních stébel byla stanovena ve fázi metání pomocí Quantimetu (Nátr a Lorenc, 1975).

Získané hodnoty prvků hospodářského výnosu a dalších charakteristik byly hodnoceny analýzou variance.

## VÝSLEDKY

Nejvýznamnějšími faktory, které ovlivňovaly výši dosaženého výnosu zrna z nádoby, bylo zásobení rostlin vodou a genotypy (tab. I a IV).

Nejvyšší průměrný výnos zrna celého souboru genotypů byl dosažen při modelově optimálním zásobení vodou a při vyšší dávce dusíku, a nejnižší v trvale suchých podmínkách a při vyšší dávce dusíku. Nízká úroveň zásobení rostlin vodou ovlivnila výnos zrna negativně, a to i tehdy, působila-li v období od vzházení do metání anebo od metání do zrání.

Průkazná interakce genotypu a zásobení vodou naznačuje, že v souboru sledovaných genotypů lze vybrat genotypy, které na diferencované zásobení vodou reagují rozdílně. V trvale suchých podmínkách vyšší výnos zrna než je průměr genotypů byl dosažen u odrůdy 'Proskovcův hanácký' a 'Dvoran'.

Výkonnost genotypů a jejich adaptační schopnosti určují rozpětí výnosů vyvolané zásobením vodou. Avšak mezi genotypy nebyly zjištěny tak výrazné rozdíly ve výnosu zrna, jako mezi variantami zásobení vodou.

Žatímco v roce 1973 byl při vyšší dávce dusíku dosažen v průměru všech genotypů výnos zrna nižší o 3,6 g na nádobu než při dávce 0,7 g, byly v roce 1974 výnosy obou těchto variant stejné.

V obou ročnících byla zjištěna průkazná interakce genotypů a dávek dusíku. Variance této interakce však byla podstatně nižší než v případě interakce dávky dusíku a zásobení vodou. Nejvyšší hodnota variance pro interakci dusík  $\times$  zásobení vodou svědčí o tom, že účinnost dusíku závisela na podmínkách vodního režimu půdy. V obou letech vedla vyšší dávka ke zvýšení výnosu jen při modelově optimálním zásobení vodou nikoliv u variant ovlivněných suchem buď po celou vegetaci, nebo v jejích dílčích etapách.

Počet klasů v nádobě byl v obou letech z jednotlivých výnosových prvků nejvíce ovlivněn zásobením vodou, genotypy a relativně nejméně dávkami dusíku (tab. II a IV). V trvale suchých podmínkách (varianta 30–30) činil zjištěný průměrný počet klasů v nádobě v roce 1973 51,6 %



II. Vliv zásobení vodou a dusíkem na počet klasů, počet zrn v klasu, hmotnost 1000 obilek a produkci zrna z klasu — The effect of water and nitrogen supply on the number of ears, number of grains per ear, 1000-kernel weight, and grain yield per ear

| Charakteristika           | Rok  | Dávka dusíku g na nádobu | Varianty zásobení vodou |       |       |       | Průměr variant zásobení dusíkem a genotypů |
|---------------------------|------|--------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------------------|
|                           |      |                          | 70—70                   | 30—30 | 70—30 | 30—70 |                                            |
| Počet klasů ks na nádobu  | 1973 | 0,7                      | 48,3                    | 26,7  | 51,6  | 39,1  | 41,4                                       |
|                           |      | 2,1                      | 53,1                    | 25,7  | 47,7  | 52,0  | 44,6                                       |
|                           |      | $\beta$                  | 50,7                    | 26,2  | 49,6  | 45,6  | 43,0                                       |
|                           | 1974 | 0,7                      | 42,0                    | 26,7  | 42,2  | 50,6  | 40,3                                       |
|                           |      | 2,1                      | 54,5                    | 25,5  | 47,6  | 46,6  | 43,5                                       |
|                           |      | $\beta$                  | 48,3                    | 26,1  | 44,9  | 48,6  | 41,9                                       |
| Počet zrn v klase         | 1973 | 0,7                      | 14,4                    | 12,3  | 14,2  | 9,4   | 12,5                                       |
|                           |      | 2,1                      | 15,9                    | 10,7  | 14,4  | 6,0   | 11,7                                       |
|                           |      | $\beta$                  | 15,2                    | 11,5  | 14,3  | 7,7   | 12,1                                       |
|                           | 1974 | 0,7                      | 19,4                    | 11,4  | 17,0  | 11,4  | 14,8                                       |
|                           |      | 2,1                      | 19,3                    | 10,6  | 17,8  | 11,3  | 14,8                                       |
|                           |      | $\beta$                  | 19,4                    | 11,0  | 17,4  | 11,4  | 14,8                                       |
| Hmotnost 1000 obilek (g)  | 1973 | 0,7                      | 44,19                   | 41,32 | 38,08 | 38,08 | 50,41                                      |
|                           |      | 2,1                      | 39,53                   | 36,86 | 27,67 | 34,63 | 34,67                                      |
|                           |      | $\beta$                  | 41,86                   | 39,09 | 32,88 | 36,36 | 37,54                                      |
|                           | 1974 | 0,7                      | 43,94                   | 42,52 | 39,34 | 40,48 | 41,57                                      |
|                           |      | 2,1                      | 41,71                   | 38,39 | 32,16 | 37,92 | 37,54                                      |
|                           |      | $\beta$                  | 42,82                   | 40,46 | 35,75 | 39,20 | 39,55                                      |
| Hmotnost zrna z klasu (g) | 1973 | 0,7                      | 0,641                   | 0,508 | 0,518 | 0,389 | 0,514                                      |
|                           |      | 2,1                      | 0,627                   | 0,392 | 0,399 | 0,207 | 0,406                                      |
|                           |      | $\beta$                  | 0,634                   | 0,450 | 0,459 | 0,298 | 0,460                                      |
|                           | 1974 | 0,7                      | 0,852                   | 0,493 | 0,669 | 0,470 | 0,621                                      |
|                           |      | 2,1                      | 0,803                   | 0,363 | 0,568 | 0,420 | 0,539                                      |
|                           |      | $\beta$                  | 0,828                   | 0,428 | 0,619 | 0,445 | 0,580                                      |

a v roce 1974 54 % hodnot varianty dobře zásobené vodou. Pozitivní vliv vyšší dávky dusíku na počet klasů byl zjištěn při vyšší úrovni zásobení vodou. I u této složky výnosu se projeví sice významné, kvantitativně však diferencované interakce mezi jednotlivými zdroji variability.

Počet zrn v klase byl v obou letech nejvíce ovlivněn zásobením rostlin vodou, dále genotypy a v závislosti na ročníku dusíkem. V trvale suchých podmínkách (varianta 30—30) činil v roce 1973 a 1974 průměrný počet zrn v klase 75,6 resp. 56,7 % hodnot u variant dobře zásobených vodou. Vyšší dávka dusíku pozitivně ovlivňovala počet zrn v klase jen při optimálním zásobení vodou v roce 1973, zatímco v roce 1974 nikoliv. Rovněž průkazné interakce byly zjištěny jen v roce 1973, a to genotypů a dávek dusíku, genotypů a zásobení vodou, dávek dusíku a zásobení vodou. Nejvýraznější byla interakce dávky dusíku a zásobení vodou.

Hmotnost 1000 obilek byla v obou ročnících nejvýrazněji ovlivňována

III. Vliv zásobení vodou a dusíkem na velikost evapotranspiračního koeficientu —  
The effect of water and nitrogen supply on the value of the evapotranspiration coefficient

| Genotyp                       | Dávka<br>dusíku<br>g na<br>nádobu | Varianty zásobení vodou |       |       |       | Průměr                         |          |
|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|----------|
|                               |                                   | 70—70                   | 30—30 | 70—30 | 30—70 | variant<br>zásobení<br>dusíkem | genotypů |
|                               |                                   | g na nádobu             |       |       |       |                                |          |
| 1973                          |                                   |                         |       |       |       |                                |          |
| Proskovcův                    | 0,7                               | 244,2                   | 273,0 | 262,6 | 333,9 | 278,4                          | 272,2    |
| Hanácký                       | 2,1                               | 238,0                   | 262,7 | 241,4 | 321,9 | 266,0                          |          |
|                               | $\beta$                           | 241,1                   | 267,9 | 252,0 | 327,9 |                                |          |
| Diamant                       | 0,7                               | 257,3                   | 236,0 | 278,9 | 348,5 | 280,1                          | 281,7    |
|                               | 2,1                               | 232,8                   | 315,4 | 253,9 | 331,3 | 283,3                          |          |
|                               | $\beta$                           | 245,1                   | 275,7 | 266,4 | 339,9 |                                |          |
| Ametyst                       | 0,7                               | 286,2                   | 299,7 | 276,7 | 341,8 | 301,1                          | 295,9    |
|                               | 2,1                               | 257,8                   | 321,7 | 272,6 | 310,3 | 290,6                          |          |
|                               | $\beta$                           | 272,0                   | 310,7 | 274,7 | 326,1 |                                |          |
| KM 1192                       | 0,7                               | 233,3                   | 300,0 | 260,2 | 339,8 | 283,4                          | 282,9    |
|                               | 2,1                               | 259,5                   | 292,4 | 272,5 | 305,4 | 282,4                          |          |
|                               | $\beta$                           | 246,4                   | 296,2 | 266,4 | 322,6 |                                |          |
| Rtg Valtický                  | 0,7                               | 252,1                   | 296,1 | 290,3 | 412,6 | 312,8                          | 301,1    |
|                               | 2,1                               | 251,3                   | 273,9 | 269,6 | 363,0 | 289,4                          |          |
|                               | $\beta$                           | 251,7                   | 285,0 | 280,0 | 387,8 |                                |          |
| Průměr<br>souboru<br>genotypů | 0,7                               | 254,6                   | 281,0 | 273,7 | 355,3 | 291,1                          | 286,7    |
|                               | 2,1                               | 247,9                   | 293,2 | 262,0 | 326,0 | 282,3                          |          |
|                               | $\beta$                           | 251,3                   | 287,1 | 267,8 | 340,9 |                                |          |
| 1974                          |                                   |                         |       |       |       |                                |          |
| Proskovcův                    | 0,7                               | 200,7                   | 163,9 | 199,5 | 224,8 | 197,2                          | 217,1    |
| Hanácký                       | 2,1                               | 228,0                   | 242,9 | 220,1 | 257,4 | 237,1                          |          |
|                               | $\beta$                           | 214,4                   | 203,4 | 209,8 | 241,1 |                                |          |
| Dvoran                        | 0,7                               | 205,5                   | 189,8 | 235,1 | 215,2 | 211,4                          | 207,8    |
|                               | 2,1                               | 207,7                   | 200,0 | 207,9 | 201,2 | 204,2                          |          |
|                               | $\beta$                           | 206,6                   | 194,9 | 221,5 | 208,2 |                                |          |
| Ametyst                       | 0,7                               | 257,6                   | 229,5 | 257,0 | 238,6 | 245,7                          | 233,6    |
|                               | 2,1                               | 212,1                   | 200,0 | 233,7 | 240,0 | 221,5                          |          |
|                               | $\beta$                           | 234,9                   | 214,8 | 245,4 | 239,3 |                                |          |
| KM 1192                       | 0,7                               | 248,4                   | 250,9 | 259,7 | 235,9 | 248,7                          | 238,9    |
|                               | 2,1                               | 205,4                   | 211,9 | 245,2 | 253,8 | 229,1                          |          |
|                               | $\beta$                           | 226,9                   | 231,4 | 252,5 | 244,9 |                                |          |
| Rtg Valtický                  | 0,7                               | 197,4                   | 173,2 | 188,1 | 215,3 | 193,5                          | 186,7    |
|                               | 2,1                               | 188,5                   | 167,2 | 155,3 | 208,2 | 179,8                          |          |
|                               | $\beta$                           | 193,0                   | 170,2 | 171,7 | 211,8 |                                |          |
| Průměr<br>souboru<br>genotypů | 0,7                               | 221,9                   | 201,5 | 227,9 | 226,0 | 219,3                          | 216,8    |
|                               | 2,1                               | 208,3                   | 204,4 | 212,4 | 232,1 | 214,3                          |          |
|                               | $\beta$                           | 215,1                   | 203,0 | 220,2 | 229,1 |                                |          |

Minimální průkazná diference ( $d$ ) při

|      | $P_{0,01}$ | $P_{0,05}$ | $P_{0,10}$ | $P_{0,20}$ |
|------|------------|------------|------------|------------|
| 1973 | 36,29      | 27,11      | 22,66      | 17,54      |
| 1974 | 22,05      | 16,56      | 13,89      | 10,73      |

IV. Variance sledovaných charakteristik genotypů jarního ječmene v roce 1973 a 1974 — Variance of the studied characteristics of the genotypes of spring barley in 1973 and 1974

| Zdroj proměnlivosti | N   | Výnos zrna<br>g na nádobu | Počet klasů            | Počet zrn<br>v klasu | Hmotnost<br>1000 obilek | Produkce zrna<br>z klasu | Evapotranspi-<br>rační koeficient |
|---------------------|-----|---------------------------|------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|                     |     | variance                  |                        |                      |                         |                          |                                   |
| 1973                |     |                           |                        |                      |                         |                          |                                   |
| Genotypy (G)        | 4   | 21,66 <sup>+</sup>        | 881,43 <sup>++</sup>   | 36,45 <sup>++</sup>  | 255,99 <sup>++</sup>    | 0,1237 <sup>++</sup>     | 1 412,28 <sup>++</sup>            |
| Dávky dusíku (N)    | 1   | 393,13 <sup>++</sup>      | 313,64 <sup>+</sup>    | 21,76 <sup>+</sup>   | 990,84 <sup>++</sup>    | 0,3508 <sup>++</sup>     | 6 944,88 <sup>++</sup>            |
| Zásobení vodou (Z)  | 3   | 2 634,27 <sup>++</sup>    | 3 919,48 <sup>++</sup> | 340,06 <sup>++</sup> | 442,20 <sup>++</sup>    | 0,5679 <sup>++</sup>     | 40 391,67 <sup>++</sup>           |
| Interakce G × N     | 4   | 43,25 <sup>+</sup>        | 102,53 <sup>+</sup>    | 9,70 <sup>+</sup>    | 13,37                   | 0,0156 <sup>+</sup>      | 1 313,17 <sup>++</sup>            |
| G × Z               | 12  | 18,94 <sup>+</sup>        | 161,04 <sup>+</sup>    | 8,66 <sup>+</sup>    | 27,36 <sup>+</sup>      | 0,0252 <sup>++</sup>     | 1 505,53 <sup>++</sup>            |
| N × Z               | 3   | 168,72 <sup>+</sup>       | 411,79 <sup>++</sup>   | 35,21 <sup>++</sup>  | 74,62 <sup>+</sup>      | 0,0342 <sup>++</sup>     | 975,51 <sup>+</sup>               |
| G × N × Z           | 12  | 22,46 <sup>+</sup>        | 83,07 <sup>+</sup>     | 11,96 <sup>+</sup>   | 32,54 <sup>+</sup>      | 0,0190 <sup>+</sup>      | 807,02 <sup>+</sup>               |
| Opakování           | 2   | 7,08                      | 113,86 <sup>+</sup>    | 1,94                 | 9,44                    | 0,0143 <sup>+</sup>      | 1 161,26 <sup>+</sup>             |
| Nekontr. faktory    | 78  | 7,43                      | 26,82                  | 2,68                 | 8,35                    | 0,0040                   | 272,87                            |
| Celkem              | 119 |                           |                        |                      |                         |                          |                                   |
| 1974                |     |                           |                        |                      |                         |                          |                                   |
| Genotypy (G)        | 4   | 56,78 <sup>++</sup>       | 1 736,89 <sup>++</sup> | 47,66 <sup>+</sup>   | 322,47 <sup>++</sup>    | 0,2482 <sup>++</sup>     | 1 571,24 <sup>++</sup>            |
| Dávky dusíku (N)    | 1   | 0,06                      | 403,22 <sup>++</sup>   | 0,34                 | 647,86 <sup>++</sup>    | 0,2361 <sup>++</sup>     | 4 026,04 <sup>++</sup>            |
| Zásobení vodou (Z)  | 3   | 5 303,27 <sup>++</sup>    | 4 582,04 <sup>++</sup> | 714,13 <sup>++</sup> | 348,17 <sup>++</sup>    | 1,3488 <sup>++</sup>     | 9 803,57 <sup>++</sup>            |
| Interakce G × N     | 4   | 13,10 <sup>++</sup>       | 78,34 <sup>+</sup>     | 7,27                 | 71,15 <sup>+</sup>      | 0,0126 <sup>+</sup>      | 2 835,02 <sup>++</sup>            |
| G × Z               | 12  | 40,62 <sup>++</sup>       | 300,08 <sup>++</sup>   | 10,60                | 51,29 <sup>+</sup>      | 0,0250 <sup>+</sup>      | 954,65 <sup>++</sup>              |
| N × Z               | 3   | 250,26 <sup>++</sup>      | 537,21 <sup>++</sup>   | 4,49                 | 51,12 <sup>+</sup>      | 0,0220 <sup>+</sup>      | 1 031,48 <sup>++</sup>            |
| G × N × Z           | 12  | 5,69 <sup>+</sup>         | 36,88                  | 12,79 <sup>+</sup>   | 28,33 <sup>+</sup>      | 0,0101 <sup>+</sup>      | 1 039,39 <sup>++</sup>            |
| Opakování           | 3   | 4,90                      | 14,09                  | 6,30                 | 10,00                   | 0,0021                   | 39,24                             |
| Nekontr. faktory    | 117 | 0,49                      | 23,26                  | 5,68                 | 9,82                    | 0,0047                   | 138,27                            |
| Celkem              | 159 |                           |                        |                      |                         |                          |                                   |

dávkami dusíku, dále zásobením vodou a genotypy. Vyšší dávka dusíku ovlivňovala hmotnost 1000 obilek všech variant zásobení vodou negativně. Hmotnost 1000 obilek byla nižší u všech variant nedostatečného zásobení vodou, avšak sucho nejvíce snižovalo hmotnost 1000 obilek, působilo-li v období od metání do plné zralosti, kdy v roce 1973 došlo k průměrnému poklesu hmotnosti 1000 obilek o 27,3 % a v roce 1974 o 18 %. Interakce dávek dusíku a zásobení vodou byly průkazné v obou ročnících. Interakce genotypu a dusíku byla průkazná jen v roce 1974, kdy v období po metání panovaly nižší teploty vzduchu.

Hmotnost zrna z klasu byla v obou ročnících nejvíce ovlivňována zásobením vodou, dále dávkami dusíku a genotypy. Produkce zrna z klasu byla v obou ročnících podstatně nižší v suchých podmínkách (70,9 resp.

V. Vliv zásobení vodou a dusíkem na plochu čepelí tří horních listů hlavních stébel ve fázi metání — The effect of water and nitrogen supply on the area of the blades of the upper three leaves on the main stalks at the earing stage

| Genotyp                         | Zásobení vodou | Dávka dusíku g na nádobu | 1973                                         |                                           | 1974                                         |                                           |
|---------------------------------|----------------|--------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                 |                |                          | cm <sup>2</sup> . 10 hl stébel <sup>-1</sup> | (d) při P<br>0,01<br>0,05<br>0,10<br>0,20 | cm <sup>2</sup> . 10 hl stébel <sup>-1</sup> | (d) při P<br>0,01<br>0,05<br>0,10<br>0,20 |
| Proskovcův hanácký              | 70—70          | 0,7                      | 354,8                                        | 20,2                                      | 452,3                                        | 54,7                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 575,6                                        | 15,0                                      | 436,9                                        | 38,7                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 285,8                                        | 12,6                                      | 236,9                                        | 31,6                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 293,7                                        | 9,6                                       | 293,9                                        | 23,9                                      |
| Diamant (1973)<br>Dvoran (1974) | 70—70          | 0,7                      | 204,7                                        | 24,0                                      | 338,0                                        | 15,3                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 333,6                                        | 17,8                                      | 343,7                                        | 10,8                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 172,9                                        | 14,8                                      | 132,4                                        | 8,8                                       |
|                                 |                | 2,1                      | 235,1                                        | 11,4                                      | 170,9                                        | 6,7                                       |
| Ametyst                         | 70—70          | 0,7                      | 254,5                                        | 17,4                                      | 204,4                                        | 25,1                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 564,0                                        | 13,0                                      | 538,3                                        | 17,8                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 170,6                                        | 10,8                                      | 178,9                                        | 14,5                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 269,6                                        | 8,4                                       | 215,6                                        | 11,0                                      |
| KM 1192                         | 70—70          | 0,7                      | 338,7                                        | 38,8                                      | 247,1                                        | 18,6                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 618,8                                        | 28,8                                      | 607,5                                        | 13,1                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 276,8                                        | 24,0                                      | 228,7                                        | 10,7                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 291,6                                        | 18,4                                      | 293,5                                        | 8,1                                       |
| Rtg Valtický                    | 70—70          | 0,7                      | 266,0                                        | 29,4                                      | 274,7                                        | 46,7                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 462,6                                        | 22,0                                      | 396,6                                        | 33,0                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 186,9                                        | 18,2                                      | 170,2                                        | 27,0                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 236,8                                        | 14,0                                      | 212,7                                        | 20,4                                      |
| Průměr souboru genotypů         | 70—70          | 0,7                      | 283,7                                        | 25,9                                      | 303,3                                        | 32,0                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 510,9                                        | 19,3                                      | 464,6                                        | 22,6                                      |
|                                 | 30—30          | 0,7                      | 218,6                                        | 16,0                                      | 189,4                                        | 18,5                                      |
|                                 |                | 2,1                      | 265,3                                        | 12,3                                      | 237,3                                        | 14,0                                      |

51,7 % variant dobrého zásobení vodou). Vyšší půdní vlhkost v poslední etapě vývinu rostlin neměla na hmotnost zrna z klasu podstatný vliv, protože předcházející sucho podmínilo nízký počet zrn v klasu. Takové varianty, u nichž došlo k dodatečnému odnožování jevily i nižší hmotnost obilí. Interakce dávek dusíku a zásobení vodou i genotypy a zásobení vodou se v hmotnosti zrna z klasu uplatňovaly více než interakce genotypů a dávek dusíku. V reakci genotypů na diferencované zásobení vodou byly nalezeny větší rozdíly než v reakci genotypů na dávky dusíku.

Evapotranspirační koeficient byl ze sledovaných faktorů nejvíce ovlivněn zásobením rostlin vodou, dále dávkami dusíku, ale lišil se průkazně i u genotypů (tab. III a IV). V modelově optimálním zásobení vodou vyšší dávka dusíku pozitivně ovlivňovala efektivnost využívání vody na tvorbu sušiny nadzemní části. V trvale suchých podmínkách vyšší dávka dusíku vyvolávala zvýšení evapotranspiračního koeficientu. Ze sledovaného souboru genotypů nejnižší evapotranspirační koeficienty byly zjištěny u odrůdy 'Dvoran' a 'Proskovcův hanácký'. Na velikosti evapotranspiračních koeficientů se podílelo spolupůsobení genotypů a dusíku, genotypů a zásobení vodou, ale i spolupůsobení dávek dusíku a zásobení vodou.

Plocha čepelí třech horních listů na hlavních stéblech ve fázi metání byla u všech genotypů sledovaného souboru jarního ječmene velmi významně ovlivněna zásobením vodou i dávkami dusíku (tab. V). Největší rozdíly byly v obou letech zjištěny mezi rostlinami pěstovanými v optimálních podmínkách zásobení vodou a při vyšší dávce dusíku a rostlinami pěstovanými v suchu při nižší dávce dusíku. Mezi genotypy byly zjištěny rozdíly ve velikosti plochy čepelí listů jak v podmínkách optimálního zásobení vodou, tak i v podmínkách trvalého sucha.

Plocha čepelí třech horních listů ve fázi metání pozitivně korelovala s hmotností zrna z nádoby, kdy koeficient pořadové korelace  $R_p$  byl v roce 1973 0,786<sup>xx</sup> a v roce 1974 0,546<sup>x</sup>. Zjištěné korelační vztahy i změny ve velikosti plochy čepelí listů svědčí o tom, že sledované faktory se silně odražely na velikosti čepelí listů, které výrazně spolurozhodovaly o realizaci výnosového potenciálu odrůd v různých podmínkách pěstování.

## DISKUSE

Dosažené výsledky potvrzují, že v suchých podmínkách se nerealizuje výnosový potenciál odrůd a dosahují se nižší výnosy zrna než v optimálních podmínkách zásobení vodou. Tyto poznatky jsou v souladu s celou řadou prací (Maksimov, 1952; Slatyer, 1969; Penka, 1963; Slavík, 1967; Hsiao, 1973; Špáník, 1973 aj.).

Odrůdy – genotypy se v reakci na sucho, zejména v kritických obdobích, liší v řadě přizpůsobivých reakcí, což má zpravidla vliv i na výši výnosu zrna, i na jeho stabilitu (Skazkin, 1971; Četl, 1957; Penka, 1963; Špáník, 1973; Moss et al., 1974 aj.). Proto zejména u intenzivních genotypů, o nichž je známo, že jsou i náročnější na podmínky prostředí, je i nadále aktuální šlechtění na menší citlivost vůči půdnímu a atmosférickému suchu. I když využívání závlahy zejména v trvale suchých podmínkách je výrazným intenzifikačním faktorem, vliv atmosférického sucha se může i v závlahových podmínkách projevovat na dehydrataci a přehřívání rostlin s negativním vlivem na výši výnosu zrna (Petinová, 1974) aj.



Provedené pokusy potvrzují, že vliv dusíku na výnos zrna závisí na zásobení rostlin vodou. Vyšší dávky dusíku působily pozitivně jen u rostlin dostatečně zásobených vodou. Závislost působení dusíku na vodě je vysvětlitelná tím, že optimální zásobení vodou podporovalo více vývin vegetativních orgánů, což vyvolávalo i větší požadavky na dusík než u variant s dočasným nebo trvalým působením sucha. Zřejmě byl ve vlhčích podmínkách podporován i větší příjem dusíku z půdního roztoku. K podobným závěrům dochází K ü c h l e r et al. (1975), G i e r a t a K u m e l o w s k a (1974) aj.

Naopak v podmínkách trvalého nebo dočasného půdního sucha vytvářely rostliny menší počet odnoží a zejména podstatně menší plochu čepelí listů, a tak se zvýšená dávka dusíku na tvorbě výnosu zrna pozitivně neuplatnila. Je to zřejmě i důsledkem vlivu stresových podmínek deficitu vody, zvýšeného obsahu solí v půdním roztoku na rozvoj a aktivitu kořenového systému (G e i s l e r a M a a r u f i, 1975 aj.) a poruch v hormonální regulaci rostliny (H s i a o, 1973 aj.).

Vyšší dávka dusíku u sledovaného souboru genotypů ovlivňovala hmotnost 1000 obilek negativně, a to zejména v suchých podmínkách. N o w a c k i (1976) uvádí, že snížení hmotnosti 1000 obilek u rostlin pěstovaných při vyšší dávce dusíku je důsledkem nedostatku rozpustných uhlohydrátů ve vegetativním pletivu.

Vliv ročníku s rozdílným průběhem povětrnosti se projevoval i v nádobových pokusech, kdy směr působení vyšší dávky dusíku na výnos zrna byl rozdílný u jednotlivých genotypů. Vyšší dávka dusíku v průměru celého souboru genotypů v obou ročnících ovlivňovala výnos zrna pozitivně, avšak u krátkostébelných genotypů 'Diamant', 'Ametyst' i 'KM 1192' v roce 1973 pozitivní vliv vyšší dávky dusíku na tvorbu zrna zjištěn nebyl. Je to vysvětlitelné tím, že ročník 1973 se vyznačoval v období od metání do zralosti podstatně vyššími teplotami vzduchu než ročník 1974 a pravděpodobně docházelo k přehřívání rostlin. Studium interakce dávek dusíku a teplot u genotypů zasluhuje zvýšené pozornosti.

V pokusech je rovněž prokázán názor B l a c k a (1965), že v podmínkách dostatečného zásobení rostlin vodou a živinami se zvyšuje efektivnost využívání vody na tvorbu sušiny.

I když nádobové pokusy jsou považovány za jednu z metod ke sledování výkonnosti genotypů za regulovatelných a do značné míry kontrolovatelných podmínek, zejména vodního režimu (C r o s s e - B r a u c k - m a n n, 1974 aj.) je třeba tuto závažnou problematiku detailněji sledovat i v polních podmínkách suchých oblastí, neboť tam neúměrně vysoké dávky dusíku výnos zrna příznivě neovlivňují.

## Literatura

- BLACK, C. A.: Crop yields in relation to water supply and soil fertility. In: Plant environment and efficient water use. Ed. W. R. Pierre, Ames, Iowa, American society of agronomy and soil science of America, 1965, s. 177-206.
- CETL, I.: Odolnost polních plodin vůči suchu a možnosti jejího zvýšení. Rozpravy ČSAV, 67, č. 8, 1957, 107 s.
- GEISLER, G. — MAARUFI, D.: Untersuchungen zur Bedeutung des Wurzelsystems von Kulturpflanzen I. Einfluß des Bodenwassergehaltes und der Stickstoffdüngung auf Pflanzenwachstum, Wurzelmorphologie, Transpiration und Stickstoffaufnahme. Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau, 141, 1975, s. 211-231.
- GIERAT, K. — KUMELOWSKA, I.: Reakcja pszenicy jarej i jeczminia jarego na

zrůnicovaný poziom wilgotności gleby i nawożenia azotem. Bielec Inst. hod. i klimat. roślin, 1974, č. 1-2, s. 99-102.

GROSSE-BRAUCKMANN, E.: Kann der Gefäßversuch zur Prüfung der Leistungsfähigkeit von Getreidesorten verwendet werden? Z. Acker- u. Pflanzenbau, 140, 1974, s. 214-228.

HSIAO, T. C.: Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., 24, 1973, s. 519-570.

KUDRNA, K.: Úvodní referát. In: Sborník, „Problematika závlah obilnin“. Kutná Hora 1973, s. 1-5.

KÜCHLER, M. — MÜHLE, HEIDRUN — WUTH, E.: Der Einfluß von Stickstoff und Wasser auf die Ertragsbildung von Winterweizen. Das Zusammenwirken mehrerer Wachstumsfaktoren bei der Ertragsbildung. Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, 139, 1975, s. 207-213.

MAKSIMOV, N. A.: Izbrannye raboty po zasuchoustojčivosti i zimostojkosti rastenij. I. II. Moskva, Izd. Akad. Nauk. SSSR 1952.

MOSS, D. N. — WOLLEY, J. T. — STONE, J. F.: Plant modification for more efficient water use: The challenge. Agricultural meteorology, 14, 1974, s. 311-320.

NÁTR, L. — LORENC, M.: Měření listové plochy na základě analýzy obrazu přístrojem QTM (Quantimet). Rostl. Výroba, 21, 1975, č. 3, s. 329-334.

NOWACKI, E.: Fiziologija i biochemia wysokich plonów. Postepy nauk rolniczych, 3, 1976, s. 37-56.

PENKA, M.: Kvantita a kvalita sklizně zavlažovaných rostlin. Folia, Přírodovědecká fakulta univ. J. E. Purkyně, Brno, IV. č. 7, Biol. 1963, 184 s.

PETINOV, N. C.: Voprosy fiziologičeskich osnov orošenija. In: Problemy bořby s zasuchoj i rost proizvodstva sel'skochozjajstvennoj produkcii, 1974, s. 143-148.

SKAZIN, F. D.: Kritičeskij period u rastenij po otnošeniju k nedostatku vody v počve. Leningrad, Nauka 1971, 119 s.

SLAVÍK, B.: Voda v rostlině, výnos a závlahy Za vysokou úrodu, 7, 1967, s. 263-264.

SLATYER, R. O.: Physiological significance of internal water relations to crop yield. In: Physiological aspects of crop yield, Ed. Richard C. Dinawer, 1969, s. 53-83.

ŠPÁNIK, F.: Vliv zrážek na úrodu jarného jačmeňa. In: Sborník „Problematika závlah obilnin“. Kutná Hora 1973, s. 299-304.

UDOVENKO, G. V. — OLEJNIKOVA, T. V. — KOŽUŠKO, N. N. — BARAŠKOVA, E. A. — VINOGRADOVA, V. V. — ALEKSEJEVA, E. N.: Metodika diagnostiki ustojčivosti rastenij. Leningrad 1970, 74 s.

Došlo dne 2. 3. 1977

ZEMÁNEK, M. (Научно-исследовательский и селекционный институт зерновых культур, Кромержиж): Взаимодействие воды и азота при образовании урожая ярового ячменя. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 683-693.

У совокупности генотипов ярового ячменя ('Просковцев ганакский', 'Аметист', 'Диамант', 'Дворан', 'KM 1192' и 'Ртг Вальтицкий') в 1973 и 1974 гг. в вегетационных сосудах изучалась реакция на четыре варианта снабжения водой и на две дозы азота. Генотипы и снабжение водой значительно влияли на все компоненты урожая зерна; влияние азота на урожай зерна и на число колосов зависело от года. Почти у всех компонентов хозяйственного эффекта были установлены важные взаимодействия между генотипами и снабжением водой и дозами азота, а также запасом азота и водным режимом почвы. Положительное влияние повышенной дозы азота на урожай нашло применение только при модельно оптимальном снабжении водой, а не в явно сухих условиях. Изучаемые факторы обуславливали развитие ассимиляционного аппарата. Между площадью пластинки трех верхних листьев в фазе колошения и урожаем зерна было установлено положительное отношение.

генотипы; яровой ячмень; урожай зерна; вода; азот; площадь пластинки листьев; эвапотранспирационный коэффициент

ZEMÁNEK, M. (Research Institute for Cereal Breeding, Kroměříž). The Interaction of Water and Nitrogen in the Formation of Spring Barley Crop. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 683-693.

In a set of spring barley genotypes ('Proskovcův hanácký', 'Ametyst', 'Diamant', 'Dvoran', 'KM 1192', and 'Rtg Valtický'), the response to four variants of water supply and to two nitrogen doses was tested in pot experiments in 1973 and 1974. The genotypes and water supply exerted a considerable influence on all components of

grain yield, the effect of nitrogen on grain yield and on the number of ears depending on the year. Almost all components of the economic yield were found to show significant interactions between genotypes and water supply as well as nitrogen application rates; such interactions were also observed between nitrogen supply and soil water régime. A positive influence of a higher nitrogen supply rate on the yield played an important role only with modelled optimum water supply — not under conditions of drought. The factors under study influenced the development of the assimilation system. A positive correlation was observed between the area of the blades of the upper three leaves at the stage of earing on the one hand and grain yield on the other.

genotypes; spring barley; grain yield; water; nitrogen; leaf blade area; evapotranspiration coefficient

ZEMÁNEK, M. (Institut für Getreideforschung- und züchtung, Kroměříž): *Zusammenwirkung vom Wasser und Stickstoff bei Ertragsbildung der Sommergerste*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 683-693.

Bei einer Gruppe von Sommergerstengenotypen ('Proskovcův hanácký', 'Ametyst', 'Diamant', 'Dvoran', 'KM 1192' und 'Rtg Valtický') wurde in Gefäßversuchen in J. 1973 und 1974 Reaktion auf vier Varianten der Wasserzufuhr und auf zwei Stickstoffgaben untersucht. Durch Genotypen und Wasserzufuhr wurden signifikant alle Bestandteile des Kornertrags beeinflusst, der Einfluß von Stickstoff auf den Kornertrag und die Ährenzahl war von dem Jahrgang abhängig. Fast bei allen Ertragskomponenten wurden signifikante Interaktionen zwischen Genotypen und der Wasserzufuhr sowohl den Stickstoffgaben ebenso wie zwischen der Stickstoffzufuhr und dem Wasserhaushalt des Bodens festgestellt. Der positive Einfluß der höheren Stickstoffgabe auf den Ertrag wirkte sich nur bei der modellgemäß optimalen Wasserzufuhr, jedoch nicht unter ausgeprägt trocknen Bedingungen aus. Durch die untersuchten Faktoren wurde die Entwicklung des Assimilationsapparates beeinflusst. Zwischen der Blattspreitenfläche der drei oberen Blättern in der Phase des Schossens und dem Kornertrag wurde eine positive Beziehung festgestellt.

Genotypen; Sommergerste; Kornertrag; Wasser; Stickstoff; Blattspreitenfläche; Evapotranspirationskoeffizient

---

Adresa autorů:

Ing. Miroslav Zemánek, CSc., Výzkumný ústav a šlechtitelský ústav obilnářský, 767 41 Kroměříž

---

**Výběr z nových přírůstků**  
**Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ**  
**z oboru rostlinné výroby**

Uvedené publikace je možno si vypůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

D 65.976

**Biologia pszenicy.**

Warszawa, PWN 1976. obr. tab. (Pšenice — biologie — příručka / Pšenice — šlechtění a semenářství — příručka)

PONOMARJEV, V. I. — MAKSIMOV, I. L. E 32.262/1007  
**Selekcija i vozdeľnyvanije korotkostebel'nych sortov pšenicj intensivno-go tipa.**

Moskva, VNIITEISCh 1976. 62 s. 9 tab. Obzornaja informacija 1007. (Pšenice — odrůdy krátkostébelné — pěstování a šlechtění — studijní zpráva — SSSR)

D 66.376

**Neue Winterweizen-sorten.**

Berlin, VEB DL 1976. 176 s. obr. tab. (Pšenice ozimá — odrůdy — NDR — příručka)

NIKLAS, W.

D 35.181/257

**Untersuchungen über den Einfluß der Stroheseitigung. Gründung und Bodenbearbeitung bei Weizen-Monokultur.** Diss. d. Fachbereich Pflanzenproduktion d. Univ. Hohenheim.

Hohenheim, Lehrstuhl f. Acker- und Pflanzenbau 1975. 178 s. 27 obr. 40 tab. (Monokultura — pšenice ozimá — pěstování — metody — vliv — výzkum — NSR / Pšenice ozimá — pěstování — monokultura — zelené hnojení — vliv — výzkum / Pšenice ozimá — pěstování — monokultura — sláma — odkliz — vliv — výzkum — NSR — disertační práce)

# NIEKTORÉ FYZIOLOGICKÉ PROCESY CUKROVEJ REPY PRI RÔZNYCH METÓDACH ZÁVLAHOVÉHO REŽIMU

L. Žila

ŽILA, L. (Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Bratislava): *Niektoré fyziologické procesy cukrovej repy pri rôznych metódach závlahového režimu*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 695-703.

V rokoch 1971–1973 boli z hľadiska priebehu fyziologických procesov sledované štyri metódy riadenia závlahového režimu cukrovej repy a nezavlažovaný porast. Merané boli zmeny obsahu pôdnej vody, vodného potenciálu listov a produkčný proces bol hodnotený rastovou analýzou. Preukázali sa veľké rozdiely v zmene vodného potenciálu a v charakteristikách rastovej analýzy medzi všetkými metódami závlahy a nezavlažovaným porastom. Tomu zodpovedali i vysokopreukazné rozdiely v úrode. Metódy riadenia závlahy navzájom sa z hľadiska sledovaných charakteristík líšili väčšinou nepreukazne. Fyziologická aktivita rastlín a vo väčšine prípadov i úroda boli rovnocenné. Odlišovali sa navzájom množstvom spotreby závlahovej vody na jednotku úrody. Hraničná hodnota vodného potenciálu listov z hľadiska termínu závlahy je  $-0,80$  MPa. Produkčný proces zavlažovanej cukrovej repy možno zlepšovať najmä cez optimalizáciu prírastku listovej plochy.

cukrová repa; závlahový režim; vodný režim rastlín; produkčný proces; pôdna voda; vodný potenciál listov; rastová analýza

V najproduktívnejších poľnohospodárskych oblastiach ČSSR býva často limitujúcim faktorom fyziologickej aktivity pestovaných rastlín nedostatok vody v pôde.

Pri rozpracovaní racionálnych metód závlahy jednotlivých poľnohospodárskych plodín sa má zabezpečiť, aby sa voda k rastlinám dostala v takom čase a množstve, kým sa vodný deficit ešte neprejaví v nepriaznivých zmenách fyziologických funkcií.

Vzťah medzi obsahom vody v pôde a fyziologickou aktivitou rastlín je preto predmetom oprávneného záujmu prác, zameraných na vodnú prevádzku rastlín, alebo širšie – na biologické základy zavlažovania a pohyb vody v systéme pôda – rastlina – atmosféra. (Gusev et al., 1968; Petinov, 1965, 1966; Kramer, 1968; Gardner, 1968; Slavík, 1974 a ďalší).

Účelom práce bolo prispieť k príčinnému objasneniu vzťahu medzi rôznymi metódami riadenia závlahového režimu a zodpovedajúcim hydratačným stavom pôdy a rastlín.

## MATERIÁL A METÓDY

Výskum sa uskutočnil v rokoch 1971–1973 s cukrovou repou 'Slovmoňa' na Výskumnej báze VÚZH v Moste pri Bratislave. Podrobnosti o charaktere pokusného miesta, pôdnych, klimatických a agrotechnických údajoch boli podrobne popísané samostatne (Ivanička, 1975).

Pokusnými variantmi bol nezavlažovaný porast (označ. I) cukrovej repy a dielce zavlažované podľa štandardnej metódy riadenia závlahového režimu podľa merania



obsahu pôdnej vody, gravimetricky z odobratých vzoriek (Ivanička, 1975, označ. II), bilančná metóda biologickej krivky vlhovej potreby (Sláma, 1969, označ. III), graficko-analytická metóda (Kudrna, 1968, označ. IV) a riadenie závlahy podľa fyziologických ukazovateľov – kritických hodnôt vodného potenciálu (sacej sily) listov (Ivanička, 1975, označ. V).

Každý pokus mal štyri opakovania a zavlažované dielce boli oddelené 3–4 m širokými izolačnými pásmi pre zamedzenie prekryvania závlahy. Technikou závlahy bol postrek zariadením Revolt Superior (tzv. umelý dážď). Pre jednotlivé varianty sa zisťovali jednotlivé prvky podľa danej metódy závlahového režimu a v príslušných termínoch sa aplikovala závlaha. Výška závlahovej dávky sa určovala takisto v zmysle danej metódy, u fyziologického ukazovateľa sa pri dosiahnutí hraničnej hodnoty vodného potenciálu listov stanovila výška závlahovej dávky podľa pôdnych hydro-limitov tak, aby sa pôdna voda doplnila zhodne s postupom u ostatných metód – na poľnú kapacitu. Kontrolne sa počas celého vegetačného obdobia u všetkých variantov meral obsah pôdnej vody gravimetricky z odobratých vzoriek v pôdnom profile 0–80 cm, aby bolo možné vyhodnotiť dynamiku skutočnej zásoby pôdnej vody.

Vodný potenciál bol meraný v 5 až 7-dňových intervaloch zo vzoriek asimilačných pletív odobratých z intaktných rastlín. Reprezentatívnosť odberu bola zabezpečená 3 až 4-násobným opakovaním a v priemernej vzorke boli počas celého vegetačného obdobia zastúpené fyziologicky mladšie a staršie listy s výnimkou najmladších a odumierajúcich (v druhej polovici vegetačného obdobia). Vodný potenciál sa meral psychometricky, modifikovanými termočlámkami podľa Monteitha a Owena (1958) chromel-konštantán. Izotermia systému bola zabezpečená termostatickým zariadením (Lauda, NSR) s presnosťou konštantnej teploty na 0,002 °C, čo zodpovedá presnosti merania vodného potenciálu na 0,05 MPa. Vlhký spoj termočlánku sa realizoval Peltierovým efektom a vyhodnocovanie EMS galvanometrom Tinsley 4500 A. Technické detaily zariadenia i postupu merania boli opísané samostatne (Žila, 1973). Takisto spôsob, miesto a čas odberu vzorky na rastline, veľkosť vzorky, dĺžka expozície v psychometrickej komôrke a variabilita denného priebehu vodného potenciálu. (Žila, 1974).

Produkčný proces bol hodnotený metódou rastovej analýzy. V 7 až 21-denných intervaloch bolo odoberaných 80 rastlín z variantu. Z týchto sa priemerná vzorka 20 rastlín kompletne spracovala, zistili sa východiskové hodnoty a vypočítali charakteristiky rastovej analýzy podľa Květa a Nečasa (1966).

Meteorologické údaje sa zisťovali na stanici v blízkosti pokusnej plochy a niektoré (teplota pôdy, teplota a vlhkosť vzduchu, globálne žiarenie, zrážky) aj na úrovni porastu.

## VÝSLEDKY

Metódy riadenia závlahového režimu ovplyvňovali priebeh vodného potenciálu listov cukrovej repy vo všetkých pokusných rokoch. Pretože pokus prebiehal v poľných podmienkach, každý rok bol svojim spôsobom charakteristický pre pohyb zásoby pôdnej vody i priebeh ostatných vegetačných podmienok. To sa pochopiteľne prejavilo na nominálnych hodnotách vodného potenciálu. V tejto súvislosti sa preukázalo, že celkovej vyššej zásobe vody v pôde v profile 0–80 cm zodpovedá celkový vyšší vodný potenciál listov za vegetačné obdobie. Jeho priama závislosť s pôdnou vodou pri meraní v 5 až 7-denných intervaloch sa na podklade výpočtu korelačných koeficientov v jednotlivých časových úsekoch nepreukázala. Výnimkou boli nezavlažované rastliny v roku 1973, kde bol korelačný vzťah preukazný. Možno oprávnenne predpokladať, že hydratačný stav rastlín ovplyvňuje deficit tlaku pary v atmosfére. Zatiaľ čo sa pre bilancovanie vody v pôde z hľadiska potreby závlahy považuje profil 0–80 cm za dostačujúci, môžu rastliny cukrovej repy najmä v druhej polovici vegetácie prijímať a translokovať vodu i z hlbších vrstiev pôdy a zlepšovať svoju vodnú bilanciu.

Najnižší rozptyl hodnôt vodného potenciálu listov bol u tých metód,

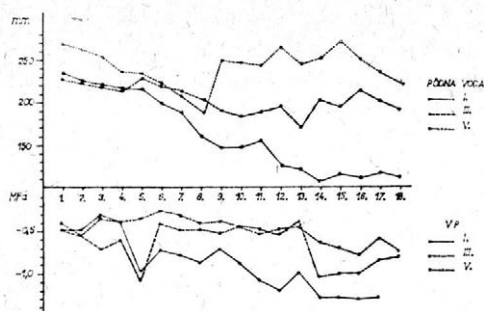
I. Najvyššie a najnižšie hodnoty vodného potenciálu v rokoch 1971–1973 – The highest and lowest values of the leaf water potential in 1971–1973

| Vodný potenciál v -MPa na variantoch |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mesiac                               | Rok  | I.    |      | II.  |      | III. |      | IV.  |      | V.   |      |
|                                      |      | max.  | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min. |
| Máj                                  | 1971 | —     | 0,63 | —    | 0,63 | —    | 0,63 | —    | —    | —    | 0,63 |
|                                      | 1972 | —     | 0,70 | —    | 0,70 | —    | 0,70 | —    | 0,70 | —    | 0,70 |
|                                      | 1973 | 0,44  | 0,54 | 0,35 | 0,50 | 0,30 | 0,54 | 0,30 | 0,54 | 0,36 | 0,54 |
| Jún                                  | 1971 | 0,30  | 0,53 | 0,30 | 0,53 | 0,30 | 0,53 | —    | —    | 0,30 | 0,53 |
|                                      | 1972 | 0,84  | 1,00 | 0,84 | 1,05 | 0,84 | 1,00 | 0,84 | 1,00 | 0,84 | 1,00 |
|                                      | 1973 | 0,49  | 1,00 | 0,50 | 1,18 | 0,43 | 1,55 | 0,29 | 0,70 | 0,26 | 0,45 |
| Júl                                  | 1971 | 0,33  | 0,90 | 0,28 | 0,45 | 0,33 | 0,51 | —    | —    | 0,26 | 0,64 |
|                                      | 1972 | 0,42  | 1,32 | 0,48 | 0,76 | 0,70 | 1,11 | 0,51 | 1,20 | 0,56 | 0,83 |
|                                      | 1973 | 0,56  | 1,05 | 0,32 | 0,55 | 0,39 | 0,60 | 0,35 | 0,66 | 0,23 | 0,65 |
| August                               | 1971 | 0,36  | 0,75 | 0,39 | 0,44 | 0,29 | 0,63 | —    | —    | 0,29 | 0,92 |
|                                      | 1972 | 0,38  | 0,98 | 0,70 | 0,96 | 0,60 | 1,06 | 0,55 | 0,87 | 0,54 | 0,78 |
|                                      | 1973 | 1,00  | 1,23 | 0,39 | 0,43 | 0,47 | 0,52 | 0,36 | 0,44 | 0,40 | 1,05 |
| September                            | 1971 | —     | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
|                                      | 1972 | 0,46  | 0,52 | 0,32 | 0,70 | 0,42 | 0,76 | 0,50 | 0,67 | 0,56 | 0,56 |
|                                      | 1973 | 1,27  | 1,37 | 0,70 | 1,01 | 0,60 | 0,85 | 0,75 | 1,34 | 0,77 | 0,91 |
| Rozptyl (V)                          | 1971 | 3,29  |      | 0,99 |      | 1,42 |      | 3,29 |      | 3,63 |      |
|                                      | 1972 | 8,40  |      | 2,85 |      | 3,64 |      | 4,54 |      | 4,07 |      |
|                                      | 1973 | 15,22 |      | 4,52 |      | 2,79 |      | 4,14 |      | 6,14 |      |

+ v máji 1971 len 1 stanovenie

II. Suma zrážok (mm) a priemerná teplota (°C) vo vegetačnom období v rokoch 1971–1973 – The sum of rainfall (mm) and average temperatures (°C) during the growing seasons of 1971–1973

|            | IV.  | V.    | VI.   | VII.  | VIII. | IX.  | X.   |
|------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Zrážky mm  |      |       |       |       |       |      |      |
| 1971       | 19,0 | 7,8   | 141,4 | 30,6  | 40,0  | 44,9 | 4,6  |
| 1972       | 58,4 | 173,0 | 46,3  | 119,7 | 82,2  | 8,5  | —    |
| 1973       | —    | —     | 67,0  | 37,6  | 32,1  | 89,1 | 2,6  |
| normál     | 53,0 | 65,0  | 51,0  | 70,0  | 64,0  | 50,0 | 54,0 |
| Teplota °C |      |       |       |       |       |      |      |
| 1971       | 11,1 | 16,3  | 16,8  | 20,0  | 20,7  | 13,2 | 8,5  |
| 1972       | 9,9  | 14,5  | 18,7  | 20,3  | 18,2  | 12,9 | 8,2  |
| 1973       | 8,6  | 16,2  | 18,1  | 20,6  | 21,0  | 17,2 | 10,5 |
| normál     | 9,8  | 15,0  | 18,1  | 20,1  | 19,2  | 15,3 | 9,9  |



1. Typický priebeh obsahu vody v pôde (mm) a vodného potenciálu listov (MPa) cukrovej repy (1973); I. — nezavlažované rastliny, III. a V. metódy zavlažovania; čísla na abscise označujú jednotlivé merania — Typical course of soil water content (mm) and leaf water potential (MPa) of sugar-beet (1973); figures on the abscissa represent individual measurements; I. — non-irrigated plant, III. — IV. — methods of irrigation

kde bola závlaha aplikovaná najväčším počtom dávok. I táto skutočnosť nesúvisí iba s prostým zvýšením množstva vody v pôde, ale i s ovplyvnením mikroklimy v poraste, ktorej dôsledkom je priaznivejší a rovnomernejší hydratačný stav rastlín (tab. I). V rokoch 1971 a 1973 boli rozdiely vodného potenciálu preukazné medzi zavlažovanými a nezavlažovanými rastlinami. Medzi variantmi závlahy navzájom rozdiely neboli preukazné. Rok 1973 bol typickým rokom s nízkymi zrážkami v rozhodujúcej časti vegetačného obdobia (tab. II), čomu zodpovedá i krivka poklesu zásoby vody v pôde a krivka zmien vodného potenciálu listov na jednotlivých variantoch (obr. 1), z ktorých I je bez závlahy III a V sú zavlažované.

III. Priemerná tvorba sušiny 1 m<sup>2</sup> porastu — Average dry matter production per 1 sq. meter of crop stand

| Mesiac    | Rok  | Sušina v g za deň na variantoch |        |        |        |                    |
|-----------|------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
|           |      | I.                              | II.    | III.   | IV.    | V.                 |
| Máj       | 1971 | 0,05                            | 0,05   | 0,05   | —      | 0,05 <sup>+</sup>  |
|           | 1972 | 3,00                            | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00               |
|           | 1973 | 2,62                            | 2,76   | 2,59   | 3,16   | 2,62               |
| Jún       | 1971 | 41,64                           | 41,64  | 41,64  | —      | 41,64 <sup>+</sup> |
|           | 1972 | 107,67                          | 107,67 | 107,67 | 107,67 | 107,67             |
|           | 1973 | 15,92                           | 21,04  | 23,13  | 22,44  | 17,74              |
| Júl       | 1971 | 671,05                          | 407,98 | 410,07 | —      | 369,32             |
|           | 1972 | 134,29                          | 143,81 | 124,54 | 91,32  | 133,34             |
|           | 1973 | 70,90                           | 85,97  | 91,48  | 85,57  | 85,83              |
| August    | 1971 | 259,78                          | 347,14 | 335,01 | —      | 306,11             |
|           | 1972 | 167,50                          | 188,66 | 193,63 | 208,71 | 171,52             |
|           | 1973 | 171,85                          | 207,73 | 190,45 | 221,14 | 162,03             |
| September | 1971 | 79,71                           | 123,27 | 152,20 | —      | 130,05             |
|           | 1972 | 116,15                          | 157,42 | 171,18 | 162,99 | 155,23             |
|           | 1973 | 89,27                           | 111,61 | 97,83  | 84,40  | 100,06             |
| Október   | 1971 | 52,68                           | 53,79  | 66,02  | —      | 58,53              |
|           | 1972 | 168,73                          | 126,54 | 122,71 | 154,50 | 160,18             |
|           | 1973 | 89,66                           | 99,98  | 97,45  | 128,49 | 113,81             |

+ — I. závlaha v júni

+ — first irrigation in juni

IV. Priemerná úroda (t ha<sup>-1</sup>) a údaje o závlaha v jednotlivých rokoch — Average yield (tonš per ha) and data on irrigation for individual years

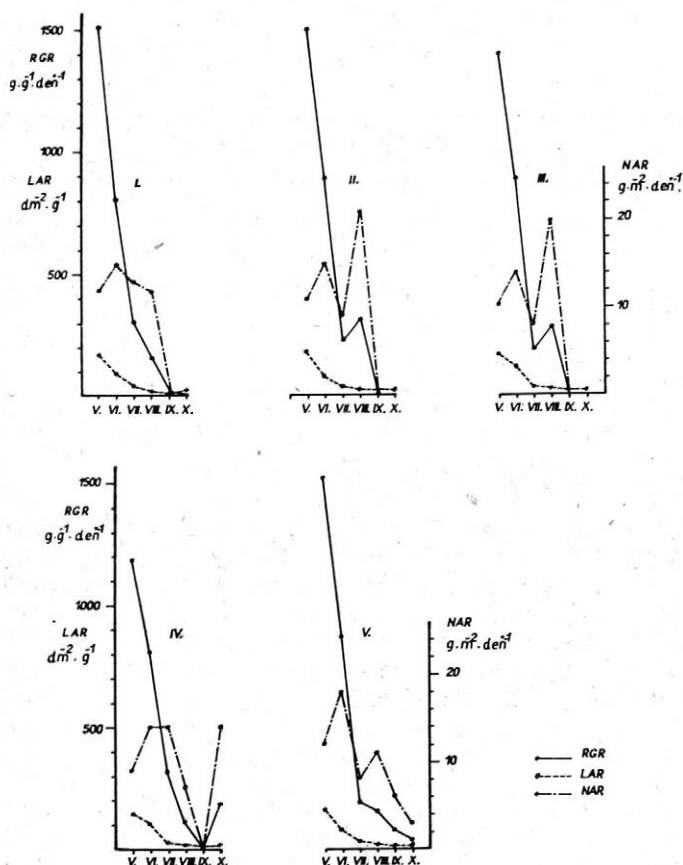
| Údaj                                                                      | Rok  | Varianty |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------------------------------|------|----------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                           |      | I.       | II.   | III.  | IV.   | V.    |
| Úroda buliev v t ha <sup>-1</sup>                                         | 1971 | 39,7     | 56,0  | 58,4  | 49,3  | 49,6  |
|                                                                           | 1972 | 54,9     | 59,3  | 59,2  | 61,0  | 61,6  |
|                                                                           | 1973 | 31,5     | 52,5  | 54,1  | 48,9  | 46,3  |
| Závlaha za vegetačné obdobie v mm                                         | 1971 | —        | 287,2 | 253,0 | —     | 92,0  |
|                                                                           | 1972 | —        | 145,9 | 40,0  | 131,9 | 80,0  |
|                                                                           | 1973 | —        | 430,2 | 540,0 | 599,2 | 190,0 |
| Spotreba vody na 0,1 t zvýšenia úrody podzem. časti oproti nezavlaž. v mm | 1971 | —        | 17,60 | 13,50 | —     | 9,20  |
|                                                                           | 1972 | —        | 3,31  | 0,94  | 2,16  | 1,19  |
|                                                                           | 1973 | —        | 2,04  | 2,38  | 3,42  | 1,27  |
| Preukaznosť úrody oproti nezavlaž. kontrole                               | 1971 | —        | ++    | ++    | ++    | ++    |
|                                                                           | 1972 | —        | +     | +     | +     | +     |
|                                                                           | 1973 | —        | ++    | ++    | ++    | ++    |
| Poradie úrody podľa štatistickej preukaznosti                             | 1971 | 5.       | 1.—2. | 1.—2. | 3.—4. | 3.—4. |
|                                                                           | 1972 | 5.       | 1.—4. | 1.—4. | 1.—4. | 1.—4. |
|                                                                           | 1973 | 5.       | 1.—2. | 1.—2. | 3.—4. | 3.—4. |

Hodnoty variačnej krivky a minimálna preukazná diferencia (Hd)

| Rok  | S     | Sx    | Sd    | Hd t ha <sup>-1</sup> |            |
|------|-------|-------|-------|-----------------------|------------|
|      |       |       |       | pri P 0,05            | pri P 0,01 |
| 1971 | 35,38 | 17,69 | 25,01 | 5,26                  | 7,20       |
| 1972 | 26,85 | 13,43 | 18,98 | 3,98                  | 5,46       |
| 1973 | 23,29 | 11,65 | 16,47 | 3,46                  | 4,74       |

Údaje v tab. IV ukazujú, že všetky metódy riadenia závlahy s výnimkou variantu IV v roku 1971 zabezpečovali dostatočné nasýtenie rastlín vodou i aktivitu základných fyziologických procesov, čo je zrejme i z konečnej úrody cukrovej repy. Taktiež sa ukázalo, že je možné riadenie závlahového režimu priamo podľa zmien vodného potenciálu listov a že zabezpečilo vo všetkých pokusných rokoch preukazné i vysokopreukazné prírastky úrody oproti nezavlažovanej kontrole, pri veľmi efektívnom využití vody na prírastok jednotky úrody (tab. IV). Hraničná hodnota vodného potenciálu listov cukrovej repy v podmienkach juhozápadného Slovenska je  $-0,80$  MPa. Rozumie sa tým v rámci danej metodiky taká hodnota, ktorá kvantifikuje hydratačný stav z hladiska termínu závlahy. Dosiahnutie hraničnej hodnoty indikuje stav, spôsobený komplexom vegetačných podmienok, ktorý neumožňuje opätovnú resaturáciu rastlín v nočných hodinách a jeho následkom je spravidla narastajúci vodný deficit. Ak sa nemá znížiť fyziologická aktivita rastlín, je potrebná závlaha.

Analýza produkčného procesu v rokoch 1971–1973 (obr. 2) ukázala, že medzi nezavlažovanými a zavlažovanými rastlinami i medzi metódami riadenia závlahy navzájom sú významné rozdiely v čistom výkone asimilácie (NAR), indexe listovej pokrývnosti (LAR) a fotosyntetickom potenciáli. Menšie rozdiely sú v priemernej špecifickej rýchlosti rastu (RGR). V pokusnom období boli uvedené charakteristiky u zavlažovaných rastlín vyššie, ako u nezavlažovaných. Fotosyntetický potenciál jednotlivých variantov sa vysokopreukazne odlišoval, rozdiely medzi rokmi pokusu neboli preukazné. Výpočtom korelačných koeficientov sa dokázala priama závislosť priemernej špecifickej rýchlosti rastu a priemernej olistenosti (LAR) s obsahom vody v pôde u nezavlažovaných rastlín vo všetkých pokusných rokoch. U ostatných hlavných vegetačných faktorov bola preukaznosť rozdielna vo variantoch i pokusných rokoch. Prevládala preukazne kladná korelácia vodného potenciálu i kladná korelácia teploty vzduchu a globálneho žiarenia s RGR a NAR, najmä v rokoch 1972 a 1973. Dôležitým údajom, ktorý možno pri rastovej analýze vypočítať, je fotosyntetický potenciál (tab. V). Jeho spracovanie ukázalo rozdiely medzi nezavlažovanými rastlinami a metódami riadenia závlahového režimu. Rozdiely medzi rokmi neboli preukazné. V roku 1971 a 1972 bol vysoko-



2. Priemerné hodnoty čistého výkonu asimilácie (NAR), priemernej špecifickej rýchlosti rastu (RGR) a pomernej listovej pokrývnosti (LAR); I. – nezavlažované rastliny, II.–V. metódy zavlažovania – Average values of the net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR) and leaf area rate (LAR); I. – non-irrigated plants, II.–V. – methods of irrigation



preukazný rozdiel len medzi zavlažovanými a nezavlažovanými rastlinami, v roku 1973 aj medzi variantmi II a V. Pozoruhodné sú korelačné koeficienty medzi fotosyntetickým potenciálom a úrodou buliev cukrovej repy. Pretože je hodnotou, ktorá vychádza z integrálnej listovej plochy a vyjadruje jej prírastok, možno reálne predpokladať, že variant III, ale najmä V, mali v priebehu pokusu z hľadiska úrody optimálny prírastok listovej plochy, ako dôsledok riadenia závlahového režimu.

V. Fotosyntetický potenciál jednotlivých variantov cukrovej repy — The photosynthetic potential of the individual variants of sugar beet

| Rok                                                       | Varianty |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|
|                                                           | I.       | II.    | III.   | IV.    | V.     |
| 1971                                                      | 203,55   | 264,33 | 283,79 | 289,39 | 257,43 |
| 1972                                                      | 220,47   | 293,52 | 300,04 | 274,59 | 286,20 |
| 1973                                                      | 230,75   | 312,92 | 288,26 | 304,20 | 254,69 |
| $\beta$                                                   | 218,25   | 290,25 | 290,69 | 289,39 | 266,10 |
| Koef. korel. (r)<br>fotosyntetický pot.<br>— úroda buliev | 0,194    | 0,288  | 0,374  | —0,991 | 0,987  |
| r-photosynt. pot — yield                                  |          |        |        |        |        |

| F vypoč. |       | F tabuľ. |      | S     | Hd     |      |
|----------|-------|----------|------|-------|--------|------|
|          |       | P 0,05   | 0,01 |       | P 0,01 | 0,05 |
| Roky     | 1,91  | 4,46     | 8,65 |       |        |      |
| Metódy   | 11,63 | 3,84     | 7,01 | 15,87 | 39,0   | 29,7 |

Z celkového pohľadu na produkčný proces cukrovej repy riadený podľa rôznych metód vyplýva, že v popredí pozornosti majú byť opatrenia pre zlepšenie stupňa absorpcie a využitie energie žiarenia rastlinami. Výsledky naznačujú, že rozhodujúci je optimálny prírastok listovej plochy, ktorý možno ovplyvniť účelnou závlahou.

## DISKUSIA

Výsledky výskumu, napriek tomu, že sa robil v poľných podmienkach, bez ochrany pred ovzdušnými zrážkami a teda bez možnosti ovplyvniť prirodzený vývin obsahu vody v pôde, upozornili na viaceré závažné skutočnosti. Napriek tomu, že rozdiely v hydratačnom stave zavlažovaných a nezavlažovaných rastlín boli preukazné, vyskytujú sa rôzne dlhé obdobia, keď sa ani pri poklese zásoby pôdnej vody na 20–30 % využiteľnej vodnej kapacity (VVK) neprejavuje zvýšený vodný deficit. Je to zrejme spôsobené tým, že koreňový systém zasahuje najmä v druhej polovici vegetačného obdobia hlbšie, než je hĺbka pôdneho profilu, v ktorej sa bilancuje voda (0–80 cm). Táto skutočnosť bola už spomenutá v súvislosti s tým, že ani medzi vodným potenciálom listov a obsahom vody v pôde, ak sa uvažujú 5 až 10-dňové úseky, niet preukaznej korelácie.

Rovnako pozoruhodná skutočnosť, ktorá si zaslúži väčšej pozornosti je, že sa niekedy striedajú s opačnými obdobiami, keď sa i pri dostatku vody v pôde (60–90 % VVK) prejavuje na rastlinách zvýšený vodný deficit so všetkými nepriaznivými dôsledkami. Pôdna voda je v tomto zmysle veľmi dôležitá, avšak len jeden z činiteľov ktoré vplývajú na hydratačný stav rastlín. Rovnako dôležitý je i deficit tlaku pary v atmosfére, rýchlosť pohybu vzduchu a niektoré ďalšie faktory.

Analýza produkčného procesu v súlade s výsledkami Repka (1972) ukázala najmä veľmi naliehavú potrebu, zaoberať sa v závlahových podmienkach problematikou optimalizácie prírastku listovej plochy pre maximálny prírastok sušiny porastu.

Z hľadiska celkovej fyziologickej aktivity cukrovej repy v období rokov 1971–1973 nemožno niektorú z metód na riadenie závlahového režimu stavať jednoznačne do popredia, ale treba ich považovať za rovnocenné. Potvrdili to i výsledky Ivaničku (1975), keď rozdiely v úrode buliev neboli v naprostej väčšine prípadov preukazné medzi variantmi závlahy (tab. IV).

## Literatúra

- GARDNER, W. R.: Availability and measurement of soil water. In: KOZLOWSKI, T. T.: Water deficit and plant growth. London 1968.
- GUSEV, N. A. — KORŠUNOV, M. A. — GORDON, L. CH. — KLEMENTJEVA, L. P.: Charakteristika sostojanija vody v rastenijach i počve pri raznyh uslovijach vodonabženiya. In: PETINOV, N. S.: Vodnyj režim rastenij i ich produktivnost'. Moskva 1968.
- IVANIČKA, J.: Štúdium vhodnosti metód pre riadenie závlahových režimov poľných plodín. [Čiastková záverečná správa.] Bratislava, VÚZH 1975.
- KRAMER, P. J.: Plant and soil water relationships. New York 1968.
- KUDRNA, K.: Graphisch-analytische Methode zur Festlegung und Steuerung einer differenzierten Berechnung bei Grossflächenberechnungssystemen. Z. Landeskultur, 9, 1968, č. 3, s. 187–200.
- KVĚT, J. — NEČAS, J.: Hodnocení produktivity rostlin a porostů metodou růstové analýzy. In: ŠESTÁK, Z. — ČATSKÝ, J.: Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Praha 1966.
- MONTEITH, J. L. — OWEN, P. C.: A thermocouple method for measuring relative humidity in the range 95–100 %. Journ. Sci. Instr., 35, 1958, s. 443–446.
- PETINOV, N. S.: Režim orošeniya sel'skochozajstvennyh kultur. Moskva 1965.
- PETINOV, N. S.: Sovremennoje sostojanije naučno issledovatel'skich rabot po teoretičeskim osnovam orošajemovo zemledelija i glavnejšie perspektivnyje napravlenija dānejšich islodovanij. In: PETINOV, N. S.: Biologičeskoje osnovy orošajemovo zemledelija. Moskva 1966.
- REPKA, J.: Štruktúra porastu — určujúci faktor jeho produktivnosti. Pôda a úroda, č. 20, s. 380–381.
- SLÁMA, V.: Stanovení závlahových režimů zemědělských plodin, část III. ÚVTI Praha 1969.
- SLAVÍK, B.: Methods of studying plant water relations. Praha 1974.
- ŽILA, L.: Príspevok k metodike určenia vodného potenciálu rastlinných pletív psychrometrickým spôsobom. Biológia (Bratislava) 28, č. 1, 1973, s. 77–82.
- ŽILA, L.: Zmeny vodného potenciálu listov cukrovej repy pri rôznom režime závlahy. Biológia (Bratislava) 29, č. 7, 1974, s. 581–585.

Došlo dňa 28. 3. 1977

ЖИЛА, Л. (Научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Братислава): Некоторые физиологические процессы сахарной свеклы при разных методах орошаемого режима. Растл. Вырба, 23, 1977 (7) : 695–703.

В 1971–1973 гг. с точки зрения хода физиологических процессов проверялись четыре метода управления орошаемым режимом сахарной свеклы и неорошаемое насаждение.

Измерялись изменения содержания почвенной влажности, водного потенциала листьев; продуктивный процесс оценивался ростовым анализом. При этом были установлены большие различия в изменении водного потенциала и характеристике ростового анализа между всеми методами орошения и в неорошаемом варианте. Этому отвечают также высокостойкие различия в урожае. Методы управления орошением взаимно с точки зрения изучаемых характеристик в большинстве случаев отличались недостоверно. Физиологическая активность растений в большинстве случаев, а также урожай, были одинаковыми. Однако они взаимно отличались количеством израсходованной воды на единицу урожая. Предельное значение водного потенциала листьев с точки зрения срока полива равнялось  $-0,80$  МПа. Продуктивный процесс орошаемой сахарной свеклы можно улучшить главным образом оптимизацией прироста листовой площади.

сахарная свекла; оросительный режим; водный режим растений; продуктивный процесс; почвенная вода; водный потенциал листьев; ростовой анализ

ŽILA, L. (Research Institute of Irrigation Farming, Bratislava): *Some Physiological Processes of Sugar-beet Irrigated according to Different Methods*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 695-703.

In 1971–1973, four methods of the control of the irrigation system of sugar-beet and a non-irrigated stand were studied in view of the course of physiological processes. Changes in the content of water in the soil and the water potential of leaves were measured, and the yielding performance was evaluated by growth analysis. Great differences were found in the change in the water potential and in the characteristics of growth analysis between all methods of irrigation and the non-irrigated stand. This also corresponded with the significant differences in yields. The methods of irrigation control mostly showed insignificant differences from each other. The physiological activity of the plants and, for the most part, also the yield were the same. However, there were differences in the consumption of irrigation water per yield unit. The marginal value of leaf water potential from the point of view of irrigation term is  $-0,80$  МПа. The production process of irrigated sugar-beet can be improved mainly through the optimization of leaf area increment.

sugar-beet; irrigation régime; water balance of plants; production process; soil water; water potential of leaves; growth analysis

ŽILA, L. (Forschungsinstitut für Bewässerungswirtschaft, Bratislava): *Einige physiologische Prozesse in Zuckerrübe bei verschiedenen Methoden der Bewässerung*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 695-703.

Im Zeitraum 1971–1973 wurden vier Bewässerungsarten bei Zuckerrübe untersucht und ein unbewässerter Bestand von der Hinsicht des Verlaufes physiologischer Prozesse verfolgt. Gemessen wurden Veränderungen des Bodenwassergehaltes, des Blattwasserpotentials und der Produktionsprozeß wurde durch Wachstumsanalyse bewertet. Es konnten weitreichende Veränderungen des Wasserpotentials und in der Charakteristiken der Wachstumsanalyse zwischen allen Bewässerungsmethoden und dem unbewässerten Bestand nachgewiesen werden. Dementsprechend waren auch die hoch signifikanten Unterschiede im Ertrag. Unterschiede zwischen den Bewässerungsmethoden waren von der Hinsicht der untersuchten Charakteristiken zumeist unsignifikant. Physiologische Aktivität der Pflanzen und in den meisten Fällen auch der Ertrag waren gleichwertig. Sie unterschieden sich jedoch untereinander in der Menge des verbrauchten Bewässerungswassers je Ertragseinheit. Grenzwert des Blattwasserpotentials von der Hinsicht des Bewässerungstermins liegt bei  $-0,80$  МПа. Der Produktionsprozeß der bewässerten Zuckerrübe kann vor allem durch Optimierung des Blattflächenzuwachses verbessert werden.

Zuckerrübe; Bewässerungshaushalt; Wasserhaushalt der Pflanzen; Produktionsprozeß; Bodenwasser; Blattwasserpotential; Wachstumsanalyse

---

Adresa autora:

Ing. Leoš Žila, CSc., Výskumný ústav závlahového hospodárstva, 834 21 Bratislava - Podunajské Biskupice

---

# RECENZE

---

## GLOSSARY OF GENETICS AND CYTOGENETICS

R. Rieger, A. Michaelis, M. M. Green

VEB Gustav Fischer, Jena, 1976, 647 s., cena váz. výt. v zahr. 36.— M

Již ve čtvrté zcela přepracované a doplněné anglické verzi byl vydán v NDR známý slovník speciálních výrazů z oblasti genetiky a cytogenetiky, vydaný již dříve v jazyce německém (1954 a 1958) a anglickém (1968) západoněmeckým nakladatelstvím Springer. Při zpracování nového vydání autoři — první dva přední genetici z NDR a zbývající z USA — zařadili do knihy nejen nově vzniklé

termíny, ale zcela přepracovali většinu hesel převzatých z vydání předchozích, takže v podstatě asi polovina celého textu je napsána nově; nové vydání je také doplněno asi 100 obrázky a tabulkami.

Příručka bude užitečnou pomůckou pro studující a všechny čtenáře odborné literatury, kteří pracují v této vědní oblasti.

Ing. Bohumil Tesařík,  
331 51 Kaznějov 392

# POPIS AKUMULACE SUŠINY, DUSÍKU A FOSFORU VE VYVÍJEJÍCÍ SE OBIŁCE JARNÍHO JEČMENE A OZIMÉ PŠENICE

L. Nátr, I. Kousalová, P. Apel

NÁTR, L. — KOUSALOVÁ, I. — APEL, P. (Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž, Ústřední ústav pro genetiku a výzkum rostlin, Gatersleben): *Popis akumulace sušiny, dusíku a fosforu ve vyvíjející se obilce jarního ječmene a ozimé pšenice*. Rost. Výroba, 23, 1977 (7) : 705-714.

Při studiu růstu obilky v době od kvetení do zralosti byl sledován i průběh akumulace dusíku a fosforu. V pravidelných časových intervalech byly z parcel polního pokusu odebrány klasy, vydroleny obilky, stanovena hmotnost sušiny obilky a obsah dusíku a fosforu v sušině obilek. Pro kvantitativní popis změn v obsahu dusíku a fosforu byla použita Richardsova růstová funkce, kterou Apel et al. (1975) využili k popisu akumulace sušiny v obilkách. Výpočet příslušné rovnice vyjadřující průběh změn hmotnosti sušiny, množství dusíku nebo fosforu v přepočtu na jednu obilku pak umožnil stanovit řadu parametrů, jako maximální rychlost růstu obilky ( $W'_{max}$ ), dobu od kvetení po dosažení  $W'_{max}$  aj. Tyto parametry jsou podkladem pro kvantitativní srovnání průběhu akumulace sušiny a minerálních živin ve vyvíjející se obilce. Uvedeny jsou i změny v hmotnosti sušiny ostatních orgánů v době od kvetení do zralosti. jarní ječmen; ozimá pšenice; růst obilky; koncentrace dusíku a fosforu v obilkách

Obilka představuje velmi významnou složku v rostlinné výrobě. Je základním prvkem ve výživě zvířat i v lidské potravě. Je proto logické, že bylo hodně pozornosti věnováno vlastnímu složení obilky v době sklizně i vlivu klimatickopůdních podmínek na její výslednou hmotnost a fyzikálně chemické složení (H ý ž a, Vo ň k a, 1975; Le ke š et al., 1974). Analýza obilky v době zralosti však nemůže postihnout celý mechanismus utváření obilky od oplodnění embrya až do plné zralosti. Je totiž zřejmé, že vnitřní i vnější vlivy působí na výsledné složení obilky právě tím, že ovlivňují jednotlivé procesy v průběhu jejího růstu. Proto také cílevědomé zásahy agrotechnického rázu i cílevědomá selekce ve šlechtění vyžadují podrobné znalosti o tom, v které fázi a kterými faktory lze růst i konečnou hmotnost a složení obilky nejúčinněji ovlivnit. Základním předpokladem pro tyto analýzy je však přesný kvantitativní popis celého průběhu růstu, tj. akumulace sušiny obilky v celém období od kvetení do zralosti.

Je známa řada prací, které uvádějí základní charakteristiku změn v hmotnosti sušiny obilek (Harlan, 1920; Harlan, Pope, 1921; Evans, Rawson, 1970; Mc Gregor et al., 1971; Kousalová, 1973 aj.). Je ovšem velmi málo prací, které průběh této akumulace zpracovávají také přesně matematicky.

Pozoruhodný přístup k popisu dynamiky růstu obilky zvolil Apel et al. (1975). Využili totiž Richardsovy růstové funkce (Richards, 1969), jejíž koeficienty počítají samočinným počítačem z poměrně jednoduchých údajů o hmotnostech sušiny obilky, stanovených v pravidelných intervalech v době od kvetení do plné zralosti. Jímí použitý způsob výpočtu poskytuje velmi dobrou shodu mezi experimentálními a vypočtenými hodnotami. Hlavním smyslem těchto výpočtů je to, že celou dynamiku růstu obilky lze takto matematicky přesně vyjádřit, což umožňuje i kvantitativní srovnávání genotypů, variant aj. Při výpočtu jednotlivých koeficientů růsto-



vé rovnice lze zároveň stanovit i řadu dalších parametrů, kterými lze velmi výhodně charakterizovat průběh akumulace sušiny v obilce daných odrůd nebo analyzovat vliv různých faktorů na tento průběh.

Uvedený způsob charakteristiky růstu obilky jarního ječmene a ozimé pšenice je používán již několik let při analýze společných pokusů prováděných podle jednotné metodiky při spolupráci mezi Ústředním ústavem pro genetiku a kulturní rostliny v Gaterslebenu (NDR) a Výzkumným ústavem obilnářským v Kroměříži. V této práci uvádíme základní popis celého metodického postupu.

## MATERIÁL A METODY

Odrůdy jarního ječmene a ozimé pšenice byly vysety ručně na parcelkách o velikosti 1,5 × 2 m pomocí jednoduchých dřevěných šablon. Řádková vzdálenost byla 25 cm, jednotlivé obilky v řádku byly vysety v pravidelných 5 cm intervalech. Hnojení u ozimé pšenice (P jako 18% superfosfát a K jako 60% draselná sůl) bylo provedeno jednorázově před zasetím dávkou 26 kg č. ž. P a 83 kg K na 1 ha. Polovina z celkové dávky 80 kg č. ž. N na ha byla aplikována před setím ve formě síranu amonného, 25% ve formě LAV ve fázi 3. listu, 25% ve formě močoviny postřikem v období sloupkování. U jarního ječmene byla celková dávka aplikovaného dusíku 60 kg č. ž. N, způsob aplikace byl stejný jako u ozimé pšenice.

Během kvetení bylo označeno asi 200 stébel s klasy vykazujícími přibližně stejnou etapu růstu a vývoje. 10. den po kvetení byl odebrán první vzorek skládající se z 15 stébel. Další vzorky byly odebírány v pravidelných pětidenních intervalech až do plné zralosti. Stébla každého vzorku byla rozdělena na klasy, listy (pochvy + čepele) a stébél. Jednotlivé složky vzorku byly vysušeny do konstantní hmotnosti a stanovena hmotnost sušiny. Sušina stébel byla rozemleta a bylo stanoveno množství látek rozpustných v horkém 80% etanolu. Stanovení bylo provedeno ve dvojím opakování ve vzorcích z rozemletých stébel o hmotnosti ca 200 mg. Každý vzorek byl v pěti ml 80% etanolu povařen po dobu pěti minut. Po centrifugaci byl supernatant odstraněn. Po třetí extrakci byl vzorek vysušen do konstantní hmotnosti a ze stanoveného úbytku sušiny bylo vypočteno množství rozpustných látek na jednotku sušiny a na jedno stéblo.

U každého z odebraných 15 klasů byl stanoven počet obilek a hmotnost sušiny jedné obilky. V alikvotním vzorku rozemletých obilek byl pak laboratorii sériových rozborů stanoven obsah dusíku, fosforu a draslíku. Ze stanovených hodnot byl vypočten obsah N, P, K v jedné obilce.

Z hodnot hmotnosti sušiny obilky a obsahu N, P, K v jedné obilce byly pak vypočteny příslušné charakteristiky určující změny těchto parametrů v období od kvetení do plné zralosti. Tyto výpočty provedl dr. Apel.

Pro matematické vyjádření průběhu růstu obilek (akumulace sušiny, dusíku, fosforu, draslíku) byly zvoleny růstové funkce Richardse (1959, 1969). Podle nich je rychlost růstu dána vztahem

$$\frac{dW}{dt} = a \cdot W^m + b \cdot W$$

kde: W – hmotnost sušiny obilky (mg) nebo množství N, nebo P v obilce (μg na obilku)  
a, b, m – koeficienty

Pro vlastní výpočet byl zvolen integrál této funkce

$$W(t) = \left[ \left( \frac{a}{b} + W_0^{1-m} \right) e^{bt(1-m)} - \frac{a}{b} \right] \frac{1}{1-m}$$

Na základě zjištěných empirických údajů byly vypočteny hodnoty koeficientů a, b, m, W<sub>0</sub>. Pro výpočet byl použit stolní samočinný počítač HP 98 10 A. Způsob

výpočtu uvádí Apel et al. (1975). Na základě výpočtu uvedených parametrů byly pak stanoveny:

1. Průběh hmotnosti sušiny ( $W$ ) obilky v době od kvetení do zralosti (mg).
2. Průběh absolutní rychlosti ( $W'$ ) růstu obilky (mg na obilku za den).
3. Průběh relativní rychlosti růstu ( $RGR$ ) obilky ( $\text{mg mg}^{-1}$ ).
4.  $W_{\max}$ : vypočtená saturační hladina pro křivku růstu obilky (mg). Tyto hodnoty jsou téměř identické s průměrem empirických údajů posledních dvou nebo tří odběrů.
5.  $W'_{\max}$ : maximální hodnota derivace růstové křivky (mg na obilku za den). Tyto údaje uvádějí maximální rychlost růstu obilky. Obdobně  $W'_{10\%}$ ,  $W'_{50\%}$ ,  $W'_{90\%}$  jsou rychlosti růstu obilky v době, kdy jejich sušina činí 10 %, 50 % a 90 % konečné hmotnosti sušiny v době zralosti.
6.  $RGR$ : Průměrná relativní rychlost růstu pro období od dosažení 10 % po dosažení 90 %, konečné hmotnosti sušiny obilky.
7.  $D_{10\%}$ ,  $D_{50\%}$ ,  $D_{90\%}$ : počet dnů od kvetení do doby, kdy je dosaženo 10 %, 50 % a 90 % konečné hmotnosti sušiny obilky.
8.  $W_{10\%}$ ,  $W_{50\%}$ ,  $W_{90\%}$ : 10 %, 50 %, 90 % hodnoty  $W_{\max}$  (mg na obilku).
9. Počet dnů ( $D_{W'_{\max}}$ ) a suma teplot ( $T_{W'_{\max}}$ ) pro období od kvetení po dosažení  $W'_{\max}$  včetně hmotnosti sušiny obilky ( $W_{W'_{\max}}$ ) a jejího podílu z konečné hmotnosti sušiny obilky ( $W_{W'_{\max}}/W_{\max}$ ) v době dosažení  $W'_{\max}$ .
10. Průběh normované rychlosti růstu, tj. procentické vyjádření hmotnosti sušiny obilky z hodnoty její hmotnosti v době zralosti:  $W/W_{\max}$ .
11. Hodnoty  $W/W_{\max}$  pro dobu určenou časem  $D_{10\%}$ ,  $D_{50\%}$ ,  $D_{90\%}$ .
12. Průměrná relativní rychlost růstu  $MRW$  (mg za den na mg).

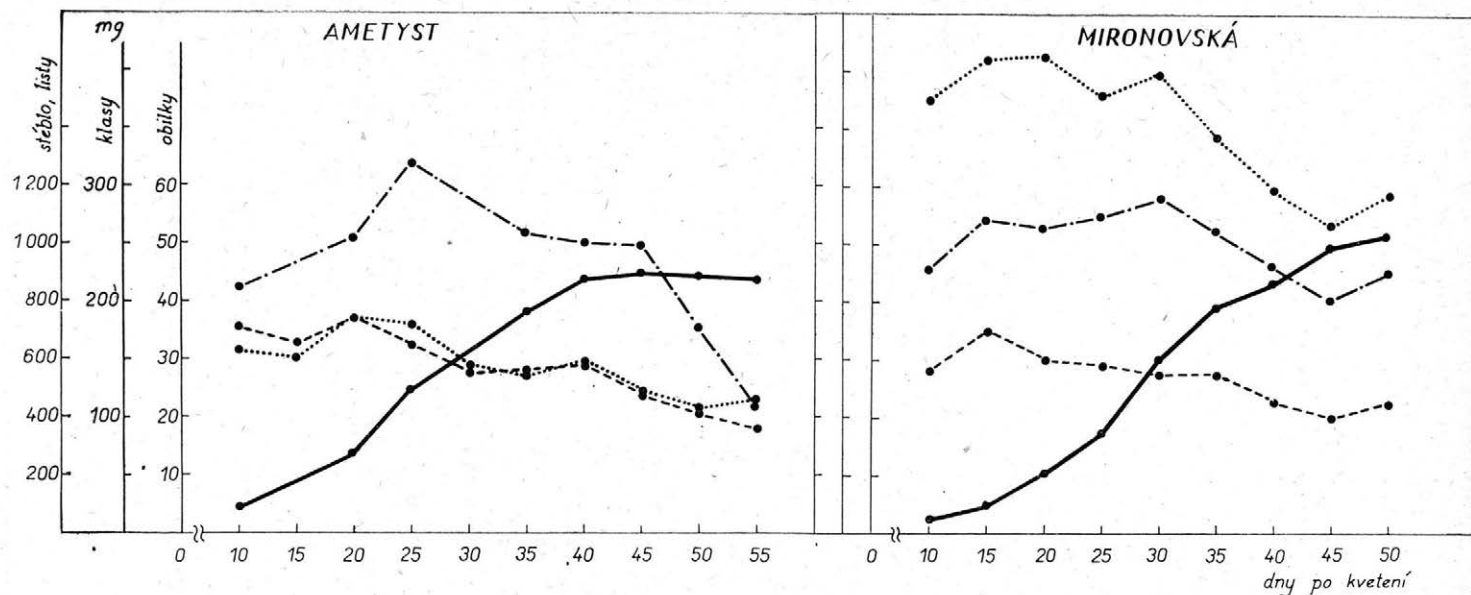
## VÝSLEDKY

Změny v hmotnosti jednotlivých orgánů v době od kvetení do plné zralosti jsou uvedeny na obr. 1. Z uvedených hodnot je patrný pozvolný a trvalý pokles hmotnosti sušiny listů v průběhu sledovaného období. Hmotnost sušiny jednoho stébka vykazuje nejprve mírný vzestup a pak výrazný pokles. Poměrně malé změny nastávají v hmotnosti sušiny klasu (bez obilky). Hmotnost sušiny obilky se trvale zvyšuje. Tyto experimentální hodnoty jsou základem pro výpočet koeficientů růstových křivek (tab. I), na jejichž základě jsou pak sestaveny příslušné růstové křivky.

Z údajů na obr. 2 vyplývá velmi dobrá shoda mezi experimentálními a vypočtenými hodnotami sušiny obilky. To znamená, že rovnice růstu obilky s uvedenými koeficienty (tab. I) vystihuje velmi přesně skutečný průběh změn hmotnosti obilky. Denní změny rychlosti růstu vykazují

I. Koeficienty rovnic růstové funkce, vyjadřující průběh růstu obilky u jar. ječmene odrůdy 'Ametyst' a ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská' — Coefficients of the equations of the growth function, expressing the course of the grain growth in the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety

| Odrůda     | m     | -a     | b      | Wo    |
|------------|-------|--------|--------|-------|
| Ametyst    | 1,774 | 0,0096 | 0,187  | 0,704 |
| Mironovská | 2,291 | 2,291  | 0,0008 | 0,725 |



1. Průběh hmotnosti sušiny listů (čepel + pochvy) ----, stébel ..... , klasu (bez obilky) -.-.- a obilky — u jarního ječmene 'Ametyst' a ozimé pšenice odrůdy 'Mironovská' — The course of leaf dry weight (blade + sheath) ----, stalks ....., ear (without grains) -.-.-, and grain — in the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety

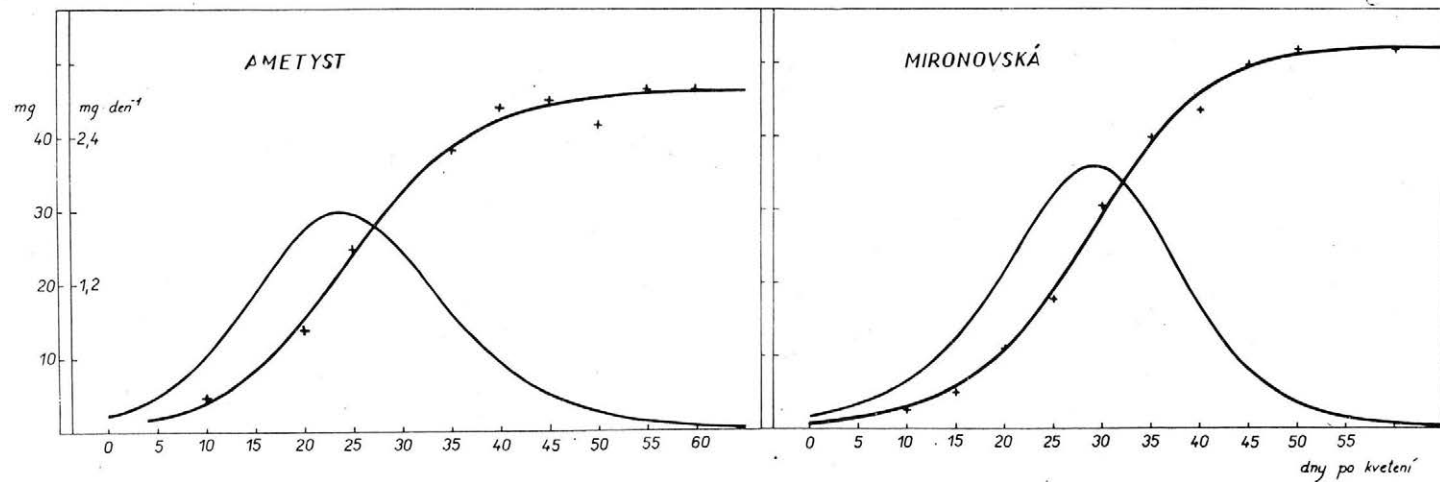
2. Průběh růstu obilky (mg na obilku) a rychlosti denního přírůstku (mg na obilku za den) u jar. ječmene 'Ametyst' a oz. pšenice 'Mironovská' (křížky /+ / vyznačují experimentální hodnoty hmotnosti sušiny obilky) — The course of the grain growth (mg per grain) and of the rate of daily increment (mg per grain per day) in the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety (the daggers /+ / express experimental values of grain dry weight)

3. Průběh hromadění dusíku (mg na obilku) a rychlosti hromadění (mg na obilku za den) dusíku u jar. ječmene 'Ametyst' a oz. pšenice 'Mironovská' — The course of the accumulation of nitrogen (mg per grain) and of the rate of the accumulation of nitrogen (mg per grain per day) in the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety

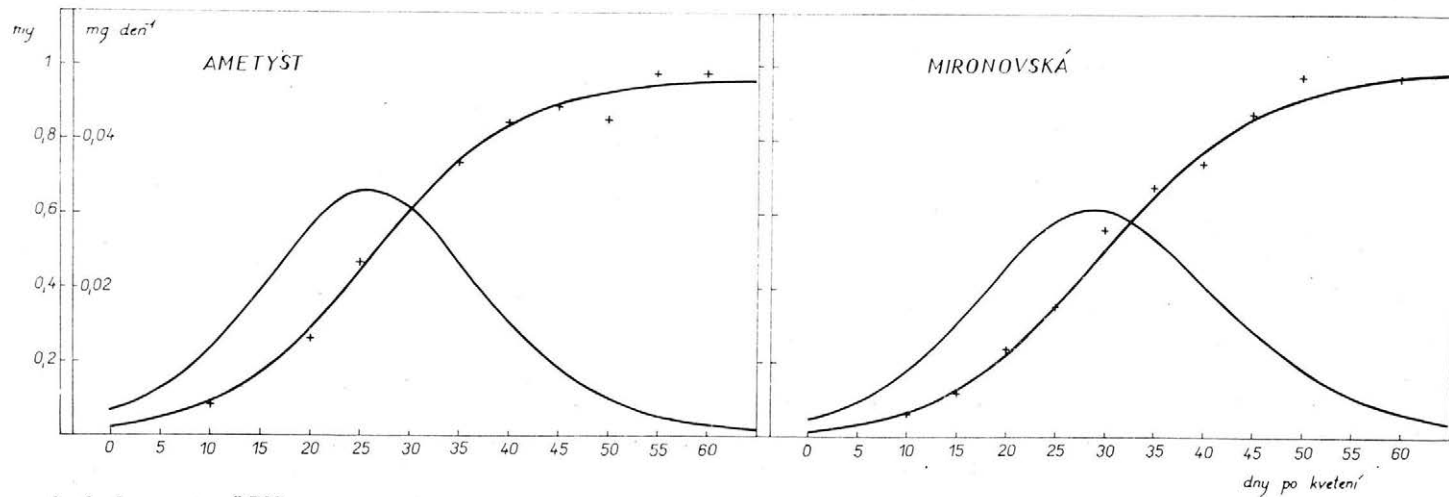
4. Průběh hromadění fosforu (mg na obilku) a rychlosti hromadění (mg na obilku za den) fosforu u jar. ječmene 'Ametyst' a oz. pšenice 'Mironovská' — The course of the accumulation of phosphorus (mg per grain) and of the rate of the accumulation of phosphorus (mg per grain per day) in the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety

5. Změny v množství látek rozpustných v alkoholu ve stéble jar. ječmene 'Ametyst' a oz. pšenice 'Mironovská' v době od kvetení do sklizně [množství extrahovatelných látek uvedeno v % sušiny (-.-.-) a mg na stéblo (—)] — The changes in the amounts of alcohol-soluble substances in the stalk of the 'Ametyst' spring barley variety and 'Mironovskaya' winter wheat variety in the period from flowering to harvesting [the amount of extractive substances is shown as % of dry matter (-.-.-) and mg per stalk (—)]

obr. 2

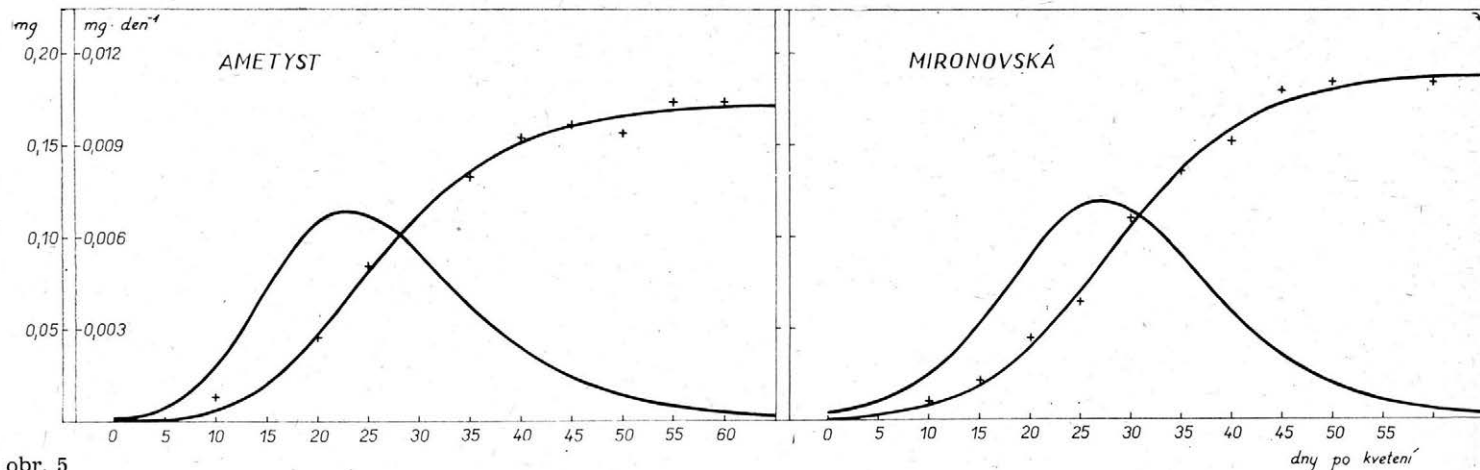


obr. 3

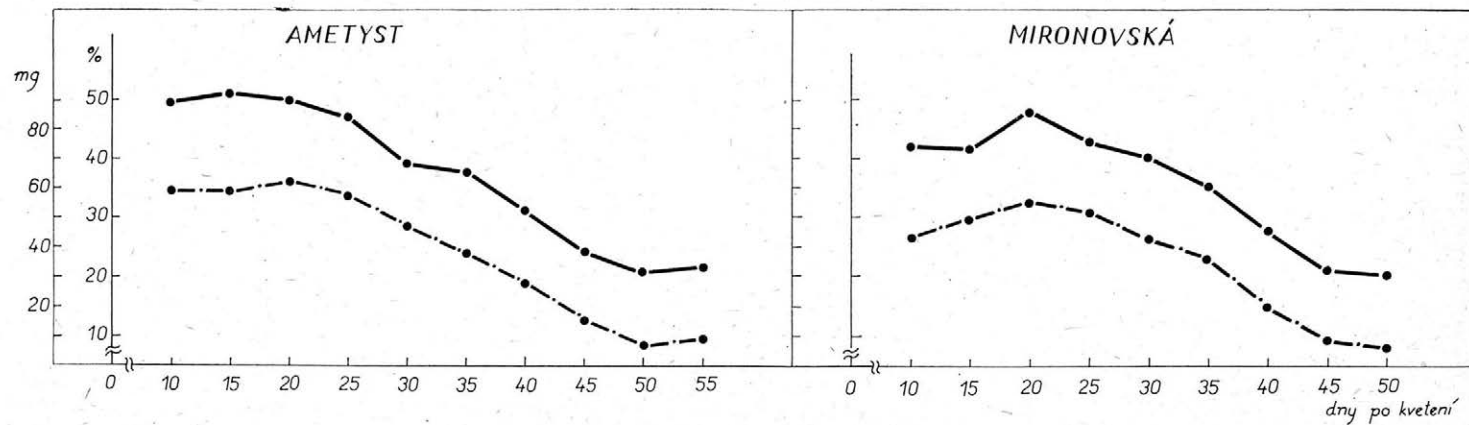


popisy k obr. na straně 708

obr. 4



obr. 5



popisy k obr. na straně 708



charakteristickou jednovrcholovou křivku s výrazným maximem dosaženým v době, kdy hmotnost sušiny obilke odpovídá přibližně polovině maximální hmotnosti dosažené v době zralosti. Tento průběh je vcelku obdobný u jarního ječmene i ozimé pšenice.

Celkový průběh růstu obilky lze rozdělit na tři fáze:

1. pozvolná akumulace sušiny během 10 až 15 dnů po kvetení;
2. fáze rychlého růstu v době od 15. do 35. dnů po kvetení;
3. fáze s trvale se snižující rychlostí růstu až do plné zralosti.

Na obr. 3 a 4 jsou uvedeny průběhy akumulace dusíku a fosforu v obilce. Nápadná je velmi dobrá shoda v průběhu i rychlosti akumulace sušiny i obou minerálních živin.

Významné body charakterizující průběh akumulace sušiny, dusíku a fosforu jsou uvedeny v tab. II. Tyto parametry umožňují velmi dobré a podrobné srovnání pokusných variant i jednotlivých znaků u téže varianty. Například z údajů pro odrůdu 'Ametyst' (tab. II) vyplývá velmi dobrá časová shoda akumulace dusíku, fosforu i celkové sušiny. Největší rozdíly jsou prakticky v hodnotě  $W'_{max}$  charakterizující množství akumulované sušiny, N nebo P v době, kdy rychlost akumulace je maximální. Zatímco k poklesu rychlosti hromadění sušiny a N dochází v době, kdy je nahromaděna asi polovina z konečného množství, tak inflexní bod pro průběh hromadění fosforu je dosažen dříve.

Pro dokreslení charakteristiky změn probíhajících v době růstu obilky jsou na obr. 5 uvedeny hodnoty látek rozpustných v alkoholu, které jsou

II. Základní parametry vypočtené z růstové funkce a charakterizující průběh akumulace sušiny, dusíku a fosforu — The basic parameters calculated from the growth function and characterizing the course of the accumulation of dry matter, nitrogen and phosphorus

|                                       | Ametyst |       |       | Mironovská |       |       |
|---------------------------------------|---------|-------|-------|------------|-------|-------|
|                                       | sušina  | N     | P     | sušina     | N     | P     |
| $W_{max}$                             | 46,3    | 0,96  | 0,17  | 52,0       | 1,01  | 0,18  |
| $W'_{max}$                            | 1,80    | 0,033 | 0,006 | 2,15       | 0,032 | 0,007 |
| $\frac{WW'_{max} \cdot 100}{W_{max}}$ | 47,7    | 49,2  | 40,2  | 52,6       | 47,3  | 45,8  |
| $DW'_{max}$                           | 23,9    | 26,1  | 23,2  | 29,2       | 28,6  | 27,3  |
| DW 10%                                | 11,1    | 10,6  | 14,1  | 14,4       | 12,9  | 15,0  |
| DW 50%                                | 24,5    | 26,3  | 25,7  | 28,5       | 29,5  | 28,4  |
| DW 90%                                | 39,1    | 42,5  | 42,1  | 41,3       | 47,9  | 44,0  |
| (DW 90% — DW 10%)                     | 28,0    | 31,9  | 28,0  | 26,9       | 35,0  | 39,0  |

$W_{max}$  (maximální hodnota dosažená v době sklizně);  $W'_{max}$  (maximální rychlost akumulace);  $WW'_{max}/W_{max}$  (podíl hmotnosti v době dosažení  $W'_{max}$  z konečné hmotnosti v době sklizně);  $DW'_{max}$  (počet dnů od kvetení po dosažení  $W'_{max}$ ); DW 10%, DW 50%, DW 90% (počet dnů od kvetení po dosažení 10, 50 nebo 90 % z maximální hmotnosti)

obsaženy ve stéble. Po relativně neměnné hodnotě v době 10 až 20 dnů po kvetení dochází k prudkému poklesu těchto látek. Jejich maximální množství ve stéble je hodně vysoké a činí asi 35 % z celkové hmotnosti sušiny stébla (20. den po kvetení), což odpovídá téměř 90 mg na stéblo.

## DISKUSE

Považujeme za potřebné zdůraznit, že uvedené hodnoty průběhu akumulace sušiny, dusíku a fosforu nelze považovat za charakteristické znaky uvedené odrůdy jarního ječmene a ozimé pšenice. Z řady pokusů jsme zjistili, že tyto hodnoty se mění v závislosti na různých faktorech ve stejném smyslu, jako se mění hmotnost sušiny obilky v době sklizně nebo jejich obsah dusíku (Voňka, 1975) a fosforu (Bezdek, 1974, Lekeš et al., 1974). Jak jsme zdůraznili v úvodu, chtěli jsme v této práci demonstrovat, jaký objem informací lze získat vhodným matematickým zpracováním poměrně jednoduchých výchozích údajů. Rozbor a hodnocení jednotlivých parametrů umožňují analyzovat příčinné souvislosti podmiňující hmotnost i kvalitu (v tomto případě vyjádřenou obsahem dusíku a fosforu) obilky v době sklizně.

Bylo by jistě žádoucí, aby koeficienty růstové rovnice vyjadřovaly i určité fyziologické vztahy (Apel et al., 1975). Dosavadní výsledky však tomu v případě koeficientů  $a$ ,  $b$ ,  $m$  a  $W_0$  nenasvědčují. Určitou výjimku – nikoliv však z hlediska fyziologické interpretace – představuje koeficient  $m$ . V případě, že  $m = 2$ , tak křivka rychlosti růstu je symetrická. To znamená, že inflekční bod růstové křivky je dosažen v době, kdy akumulace odpovídá přesně polovině konečné hodnoty. S využitím námi použitých symbolů to znamená, že v tomto případě  $D_{w'_{max}} = D_{w_{50\%}}$ . Hodnoty  $1 < m < 2$  udávají, že inflekční bod je dosažen dříve, tedy v době před nahromaděním poloviny z konečného množství. Opačná situace je pak vyjádřena koeficientem  $m > 2$ . V tomto smyslu tedy samotný koeficient  $m$  poskytuje cennou informaci o průběhu růstu obilky. V případě námi uváděných dvou odrůd je hodnota koeficientu  $m$  pro 'Ametyst' 1,774 (tab. I) a pro 'Mironovskou' 2,291. V souladu s výše uvedeným byla maximální rychlost akumulace ( $W'_{max}$ ) dosažena v době, kdy u 'Ametystu' bylo nahromaděno 47,7 % a u 'Mironovské' 52,6 % z konečné hmotnosti obilky v době sklizně.

Přes základní shodu mezi průběhem akumulace sušiny, N a P ukazuje řada parametrů (tab. II) na určité rozdíly. Nejvýraznější jsou u ozimé pšenice 'Mironovská' v době, za kterou je nahromaděna většina sušiny nebo příslušného prvku ( $D_{w_{90\%}} - D_{w_{10\%}}$ ). Akumulace sušiny začíná později než hromadění N a P (hodnoceno podle počtu dnů od kvetení po dosažení 10 %; tj.  $D_{w_{10\%}}$ ), a dříve končí ( $D_{w_{90\%}}$  v tab. II). Výsledkem je, že 80 % veškeré sušiny obilky je nahromaděno za 26,9 dnů, zatímco 80 % N za 35 dnů a 80 % P až za 39 dnů.

Tento příklad názorně demonstruje nejen základní analýzu dynamiky akumulace sušiny, dusíku a fosforu v obilce, ale i způsob využití jednotlivých odvozených parametrů pro srovnání genotypů nebo hodnocení vlivu vnějších faktorů.

- APEL, P. — JUNK, H. W. — LEHMANN, CH. O.: Beschreibung des Wachstums von Weizenkaryopsen mit Hilfe einer Wachstumsfunktion. Arch. Züchtungsforsch., Berlin, 5, 1975, s. 181-191.
- BEZDĚK, V.: Studium příjmu a distribuce živin u obilnin při vyšším zastoupení v osevním sledu a různém obohacování půd organickou hmotou. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1974.
- EVANS, L. T. — RAWSON, H. M.: Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. Aust. J. Biol. Sci., 23, 1970, s. 245-254.
- HARLAN, H. V.: Daily development of kernels of Hannchen barley from flowering to maturity at Aberdeen, Idaho. J. Agric. Res., XIX, 1920, s. 393-429.
- HARLAN, H. V. — POPE, M. N.: Ash content of the awn, rachis, palea and kernel of barley during growth and maturation. J. Agric. Res., XXII, 1921, s. 433-449.
- HÝŽA, V. — VOŇKA, Z.: Vhodné formy aplikace N z hlediska výnosu a ovlivnění tvorby bílkovin, jejich vlastností a frakcionace. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1975.
- KOUSALOVÁ, I.: The effect of plant density upon the development of barley kernels. Rostl. Výroba, 19, 1973, s. 847-852.
- LEKEŠ, J. et al.: Studie o potřebě a možnostech racionalizace výroby a spotřeby obilovin se zřetelem na hlavní směry využití (krmné účely, potravinářský průmysl) v ČSSR, ČSR a SSR. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1974.
- MAC GREGOR, A. W. — LA BERGE, D. E. — MEREDITH, W. O. S.: Changes in barley kernels during growth and maturation. Cereal Chem., 48, 1971, s. 255-269.
- RICHARDS, F. J.: A flexible growth function for empirical use. J. Exptl. Bot., 10, 1959, s. 290-300.
- RICHARDS, F. J.: The quantitative analysis of growth. In: F. O. Steward (ed.): Plant Physiology. 5 A, s. 3-76, Acad. Press, New York, London, 1969.
- VOŇKA, Z.: Zjištění vlivu sklizně a posklizňového ošetřování na technologickou hodnotu zrna. [Závěrečná zpráva.] Kroměříž, VÚO 1975.

Došlo dne 3. 2. 1977

НАТР, Л. — КОУСАЛОВА, И. — АПЕЛ, П. (НИИ зернового хозяйства, Кромержиж, Центр. институт генетики и растениеводства, Гатерслебен): Описание аккумуляции сухого вещества, азота и фосфора в развивающейся зерновке яровой ячменя и озимой пшеницы. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 705-714.

В ходе изучения роста зерновки в период от зацветания до спелости определяли и ход накопления N и P. В регулярные интервалы времени с опытных участков собирали колосья, высушили зерновки, определяли массу сухого вещ. в них, N и P в этом сухом вещ. Для количественного описания изменений в содержании N и P пользовались ростовой функцией Ришара, которую Апель и кол. применили (1975) для описания накопления сухого вещ. в зерновках. Путем вычисления уравнения, выражающего кривую изменений массы сухого вещ., количества P или N в пересчете на зерновку, определили ряд параметров: макс. скорость роста зерновки ( $W'_{\text{макс}}$ ), срок от зацветания до  $W'_{\text{макс}}$  и др. Эти параметры лежат в основе количественного сравнения хода накопления сухого и минеральных веществ в развивающейся зерновке. Приводятся и изменения массы сухого вещ. в остальных органах в период от зацветания до спелости.

яровой ячмень; озимая пшеница; рост зерновки; концентрация азота и фосфора в зерновках

NÁTR, L. — KOUSALOVÁ, I. — APEL, P. (Cereal Research Institute, Kroměříž, Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben): Description of the Accumulation of Dry Matter, Nitrogen and Phosphorus in Developing Grain of Spring Barley and Winter Wheat. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 705-714.

The study of grain growth in the period from flowering to ripeness included the examination of the course of the accumulation of nitrogen and phosphorus. Ears were regularly sampled from the test plots, the grain dry weight and the content of nitrogen and phosphorus in grain dry matter were determined. The Richards growth function was used for the quantitative description of changes in the content

of nitrogen and phosphorus; Apel et al. (1975) used this function for the description of the accumulation of dry matter in the grains. The calculation of the equation expressing the course of weight changes and the amounts of nitrogen or phosphorus in conversion per grain enabled the determination of a number of parameters such as the maximum growth rate of the grain ( $W'_{\max}$ ), time from flowering up to reaching  $W'_{\max}$ , etc. These parameters serve as a basis for the quantitative comparison of the course of the accumulation of dry matter and minerals in developing grains. Changes taking place in the dry-matter weight of other organs from flowering to ripeness are also mentioned.

spring barley; winter wheat; grain growth; nitrogen and phosphorus concentration in grains

NÁTR, L. — KOUSALOVÁ, I. — APEL, P. (Forschungsinstitut für Getreidebau, Kroměříž, Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben). *Beschreibung der Trockensubstanz-, Stickstoff- und Phosphorakkumulation in dem sich entwickelnden Korn von Sommergerste und Winterweizen*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 705-714.

Bei dem Studium des Kornwachstums im Zeitraum von der Blüte bis zur Reife wurde auch der Verlauf der Stickstoff- und Phosphorakkumulation untersucht. In regelmäßigen Zeitintervallen wurden von Parzellen des Feldversuches Ähren entnommen, Körner ausgebröckelt, Trockensubstanzmasse und Stickstoff- und Phosphorgehalt in der Getreidefruchttrockensubstanz bestimmt. Für quantitative Beschreibung der Veränderungen des Stickstoff- und Phosphorgehalts wurde die Richardsche Wachsfunktion angewendet, die von Apel et al. (1975) zur Beschreibung der Trockensubstanzakkumulation in den Körnern benutzt wurde. Durch Berechnung der entsprechenden, den Verlauf der Veränderungen in der Trockensubstanzmasse, dem Stickstoff- oder Phosphorgehalt in Umrechnung je ein Korn zum Ausdruck bringende Gleichung wurde die Bestimmung einer Reihe von Parametern, wie z. B. der maximalen Wuchsgeschwindigkeit des Korns ( $W'_{\max}$ ), der Zeit von der Blüte bis zur Erreichung der  $W'_{\max}$  u. a. ermöglicht. Diese Parameter dienen als Grundlage für quantitativen Vergleich des Verlaufs von Akkumulation der Trockensubstanz und der Mineralnährstoffe in dem sich entwickelnden Korn. Es werden auch Veränderungen in der Trockensubstanzmasse bei anderen Organen in der Zeit von der Blüte bis zur Reife angeführt.

Sommergerste; Winterweizen; Kornwachstum; Stickstoff- und Phosphorkonzentration in Körnern

---

#### Adresy autorů:

RNDr. Lubomír Nátr, CSc., Univerzita Karlova, Viničná 5, 128 44 Praha 2 (nová adresa)

RNDr. Ivana Kousalová, Výzkumný ústav obilnářský, Havlíčkova 2787, 767 41 Kroměříž

Dr. Peter Apel, Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung, Gatersleben, DDR

---

# DISTRIBUCE ASIMILÁTŮ U SÓJI V OBDOBÍ TVORBY GENERATIVNÍCH ORGÁNŮ

S. Procházka, J. Svoboda, M. Kvapilová

PROCHÁZKA, S. — SVOBODA, J. — KVAPILOVÁ, M. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Distribuce asimilátů u sóji v období tvorby generativních orgánů*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 715-721.

V nádobovém pokusu s odrůdou sóji 'Merit' byla sledována distribuce asimilátů z listů hlavní lodyhy do ostatních částí rostlin technikou značení asimilátů  $^{14}\text{C}$ . Odtok asimilátů z listů závisel na postavení listů na lodyze a fázích tvorby květů a plodů. V období kvetení byly hlavními odběrateli asimilátů z listů květní orgány stejného listového patra a rostoucí listy vyšších i nižších pater, případně postranní větve. V období tvorby lusků byl tok asimilátů z listů usměrněn do lusků stejného patra i lusků nižších listových pater. Během zrání lusků byla semena hlavním místem pro ukládání asimilátů vytvořených listy. Ve všech sledovaných fázích tvorby generativních orgánů byla zaznamenána intenzivní výměna asimilátů mezi jednotlivými listovými patry.

sója; kvetení; tvorba lusků; distribuce asimilátů;  $^{14}\text{C}$

Translokace asimilátů a minerálních látek z asimilačních orgánů rostlin sóji do vyvíjejících se květů a plodů má značný vliv na fyziologické procesy v rostlinách sóji i na jejich výnosové vlastnosti.

Obecně platí, že z asimilačních orgánů sóji jsou asimiláty distribuovány k nejbližšímu sinku (místu spotřeby a ukládání asimilátů). Přestože v období tvorby plodů je tok asimilátů z listů usměrněn především do lusků a semen stejného listového patra (Belikov, 1955), může se ukládat v luscích a semenech druhého patra nad tímto listem a druhého patra pod tímto listem více asimilátů než v patrech, nacházejících se bezprostředně nad a pod tímto listem (Blomquist a Kust, 1971). To však nemusí mít obecnou platnost pro všechny typy sóji. Důležitou roli zde hraje rozmístění generativních orgánů v jednotlivých patrech (Shibles et al., 1975). Snížení toku asimilátů z listů ke kořenům v období tvorby plodů může omezovat fixaci dusíku hlízkovými baktériemi a příjem ostatních základních živin v období, kdy rostliny stále vyžadují značná množství N, P a K (Mooy et al., 1973).

Předložená práce má přispět k rozšíření poznatků o distribuci asimilátů z listů sóji v období tvorby generativních orgánů.

## MATERIÁL A METODY

Rostliny sóji odrůdy 'Merit' byly pěstovány v Mitscherlichových vegetačních nádobách (objem 6 listů), umístěných ve vegetační hale. V průběhu vegetace byly rostliny běžným způsobem ošetřovány.

K sledování distribuce asimilátů byly listové čepele hlavních lodyh rostlin sóji exponovány v atmosféře  $^{14}\text{CO}_2$  za laboratorních podmínek zařízením popsáním Peškou (1974). Expoziční zařízení automaticky udržovalo požadovanou koncentraci  $\text{CO}_2$  (0,1 %) a stálý poměr mezi  $^{12}\text{CO}_2$  a  $^{14}\text{CO}_2$  v atmosféře expozičních komůrek po celou dobu experimentálních expozičních. V době expozičních se hustota světelného toku na vrcholu rostlin pohybovala v rozmezí 11 000–12 000 lx. Teplota vzduchu byla udržována na 28 °C ( $\pm 2$  °C). Teplota půdy v nádobách se pohybovala v rozmezí 19–21 °C.



I. Distribuce asimilátů značených  $^{14}\text{C}$  z listů sóji na počátku kvetení (v % z celkové nalezené aktivity; A, B, C – exponované listové čepele; c – listová čepel, r – řapík, i – internodium, k – květ, l – lusk, p – postranní větev, R – kořeny, T – zbytek rostliny) – Distribution of  $^{14}\text{C}$ -labelled assimilates from soybean leaves at the beginning of budding (percentage of the total activity; A, B, C, – labelled leaf blades: c – leaf blades, r – petiole, i – internode, k – flower, l – pod, p – lateral branches, R – roots, T – remaining part of the plant)

| Listová patra | 8+9+T | 7 (A) |      |      |      | 6     |      |      |      |      | 5    |      |      |      |      | 4    | 3    | 2    | 1    | R    | $\Sigma\%$ |
|---------------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Části rostlin | —     | c     | r    | i    | k    | c     | r    | i    | k    | p    | c    | r    | i    | l    | p    |      |      |      |      |      |            |
| %             | —     | 40,73 | 3,19 | 0,48 | 9,64 | 13,18 | 1,40 | 1,78 | 6,02 | 0,32 | 0,03 | 0,03 | 0,93 | 0,22 | 5,20 | —    | —    | —    | —    | —    |            |
| $\Sigma\%$    | 12,95 | 54,04 |      |      |      | 22,70 |      |      |      |      | 6,41 |      |      |      |      | 0,88 | 2,38 | 0,47 | 0,09 | 0,08 | 100,00     |

| Listová<br>patra | 8+9+T | 7    |      |      |      | 6 (B) |      |      |       |      | 5    |      |      |      |      | 4    |      |      |      |      | 3    | 2    | 1    | R    | Σ%     |  |
|------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--|
| Části<br>rostlin | —     | c    | r    | i    | k    | c     | r    | i    | k     | p    | c    | r    | i    | k    | p    | c    | r    | i    | k    | l    | p    |      |      |      |        |  |
| %                | —     | 0,20 | 0,09 | 1,24 | 3,61 | 38,47 | 3,36 | 1,92 | 21,92 | 0,48 | 0,03 | 0,03 | 2,03 | 1,48 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,29 | 0,07 | 3,78 | 0,38 | —    | —    | —    | —      |  |
| Σ%               | 14,40 | 5,14 |      |      |      | 66,15 |      |      |       |      | 3,58 |      |      |      |      | 4,56 |      |      |      |      | 4,46 | 0,86 | 0,22 | 0,62 | 100,00 |  |

| Listová patra | 8+9+T | 7    | 6    |      |      |      |      | 5 (C) |      |      |      |      | 4     |      |       |      |      | 3     |      |      |      |   | 2    | 1    | R    | Σ%     |
|---------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|---|------|------|------|--------|
| Části rostlin | —     |      | c    | r    | i    | k    | p    | c     | r    | i    | p    | c    | r     | i    | k     | p    | c    | r     | i    | k    | p    |   |      |      |      |        |
| %             | —     | —    | 0,50 | 0,12 | 0,61 | 5,85 | 0,15 | 33,90 | 3,79 | 0,88 | 4,53 | 6,88 | 1,49  | 2,36 | 11,54 | 0,43 | 0,16 | 0,05  | 2,48 | 0,34 | 9,85 | — | —    | —    |      |        |
| Σ%            | 4,24  | 2,82 | 7,23 |      |      |      |      | 43,10 |      |      |      |      | 22,70 |      |       |      |      | 12,88 |      |      |      |   | 4,50 | 1,71 | 0,82 | 100,00 |

II. Distribuce asimilátů značených  $^{14}\text{C}$  z listů sóji v období tvorby lusků (v % z celkové nalezené aktivity; A, B, C, — exponované listové čepele; c — listová čepel, r — řapík, i — internodium, k — květ, l — lusk, p — postranní větev, R — kořeny, T — zbytek rostliny) — Distribution of  $^{14}\text{C}$ -labelled assimilates from soybean leaves in the period of pod formation (percentage of the total activity; A, B, C — labelled leaf blades; c — leaf blade, r — petiole, i — internode, k — flower, l — pod, p — lateral branches, R — roots, T — remaining part of the plant)

| Listová patra | 11+12<br>+T | 10 (A) |      |      |      | 9     |      |      |      | 8     |      |      |      |      | 7    |      |      |      |      | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | R    | Σ%     |
|---------------|-------------|--------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Části         |             | c      | r    | i    | l    | c     | r    | i    | l    | c     | r    | i    | k    | l    | c    | r    | i    | k    | l    |      |      |      |      |      |      |      |        |
| %             | —           | 38,57  | 5,45 | 2,05 | 7,86 | 12,40 | 2,11 | 3,94 | 2,07 | 0,04  | 0,09 | 4,35 | 0,28 | 6,74 | 0,09 | 0,03 | 1,52 | 0,04 | 5,35 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |        |
| Σ%            | 2,65        | 53,93  |      |      |      | 20,52 |      |      |      | 11,50 |      |      |      |      | 7,03 |      |      |      |      | 0,59 | 0,83 | 0,39 | 0,52 | 0,36 | 0,40 | 1,28 | 100,00 |

| Listová<br>patra | 11+12<br>+T | 10   |      |      |      |      | 9 (B) |      |      |      | 8    |      |      |      | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | R    | Σ%     |
|------------------|-------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Části<br>rostlin |             | c    | r    | i    | k    | l    | c     | r    | i    | l    | c    | r    | i    | l    |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
| %                | —           | 0,80 | 0,33 | 0,91 | 4,90 | 0,07 | 30,67 | 2,71 | 0,74 | 2,93 | 0,02 | 0,01 | 2,02 | 4,70 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |        |
| Σ%               | 44,91       | 7,02 |      |      |      |      | 37,05 |      |      |      | 6,75 |      |      |      | 2,92 | 0,36 | 0,10 | 0,06 | 0,04 | 0,01 | 0,08 | 0,70 | 100,00 |

| Listová patra | 11+12<br>+T | 10    | 9     |      |      |      | 8 (C) |      |      |      |      | 7     |      |      |      |      | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | R    | Σ%     |
|---------------|-------------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Části rostlin |             |       | c     | r    | i    | l    | c     | r    | i    | k    | l    | c     | r    | i    | k    | l    |      |      |      |      |      |      |      |        |
| %             | —           | —     | 10,96 | 0,92 | 2,68 | 5,40 | 32,11 | 3,05 | 2,78 | 0,01 | 8,29 | 0,09  | 0,03 | 4,43 | 2,57 | 4,94 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |        |
| Σ%            | 3,29        | 10,00 | 19,96 |      |      |      | 46,24 |      |      |      |      | 12,06 |      |      |      |      | 4,31 | 1,20 | 0,97 | 0,54 | 0,30 | 0,55 | 0,58 | 100,00 |

Relativní vlhkost vzduchu v laboratoři činila 60–70 %. Před zahájením expozic byla půda v nádobách zavlažena.

V atmosféře obohacené  $^{14}\text{C}$  byly exponovány listové čepele jednotlivých pater hlavní lodyhy pěti rostlin v období na počátku kvetení (I.), během tvorby lusků (II.) a zrání semen (III.). Na každé hlavní lodyze byla exponována jedna listová čepel po dobu jedné hodiny. Po ukončení expozice byly expoziční komůrky odstraněny a rostliny ponechány dalších 24 hodin ve stejných podmínkách jako při expozici. Poté byly rostliny sklizeny.

Nadzemní části rostlin byly v čerstvém stavu rozděleny na jednotlivá patra, jež byla dělena na internodia, listové čepele, řapíky, květy, lusky, popř. postranní větve. Po lyofilizaci a zvážení byly části rostlin homogenizovány. Zhomogenizovaný materiál byl připraven ke stanovení aktivity technikou scintilačních suspenzí. Aktivita  $^{14}\text{C}$  ve vzorcích zhomogenizovaného materiálu byla měřena scintilačním spektrometrem Tri-Carb, Model 2425, firmy Packard.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

V této práci je distribuce asimilátů značených  $^{14}\text{C}$  z listových čepelí sóji udávána v procentech z celkové aktivity nalezené v rostlinách.

Z údajů tab. I je zřejmé, že v období počátku kvetení byly hlavními odběrateli asimilátů vytvořených listy květní orgány stejného listového patra a rostoucí listy vyšších i nižších listových pater. Část asimilátů z listů různě postavených na lodyze odtékala vždy do květních orgánů nižšího listového patra. Hlavní směry transportu asimilátů souvisely s postavením listů na lodyze. Listy sedmého a šestého patra exportovaly asimiláty především do rostoucích listů vrcholu rostliny a do orgánů listového patra nacházejícího se bezprostředně pod těmito listy. Z listů pátého patra, tj. z listů ve střední části lodyhy, odtékaly asimiláty do orgánů na vrcholu rostliny i do spodních pater.

V období tvorby lusků (tab. II) byl tok asimilátů z listů osmého a devátého patra usměrněn do rostoucích lusků stejných pater i lusků nižších listových pater. Za povšimnutí stojí, že na zásobování vrcholu rostliny (11. a 12. patro) se asimiláty podílely především listy devátého patra, zatímco listy desátého patra, tj. patra situovaného bezprostředně pod intenzívně rostoucími vrcholovými patry, exportovaly asimiláty především do nižších listových pater.

Asimiláty vytvářené listy jedenáctého a desátého patra v období zrání semen (tab. III) byly distribuovány především do lusků stejných pater. Část asimilátů z těchto listů byla nalezena i v luscích spodních pater.

Údaje o distribuci asimilátů u sóji v období tvorby generativních orgánů zjištěné v našich pokusech potvrzují, že asimiláty vytvořené listovými čepelemi sóji jsou translokovány vždy k důležitým sinkům, tj. k místům, která v určité etapě vykazují nejvyšší růstovou či metabolickou aktivitu. V souladu s výsledky Belikova (1973) bylo zjištěno, že asimiláty z listů sóji odtékají třemi směry, a to k vyvíjejícím se květům a plodům, k vrcholu rostliny a ke kořenům. Postupné kvetení a tvorba plodů v jednotlivých patrech výrazně ovlivňují distribuci asimilátů z listových čepelí. Listy mohou zásobovat asimiláty rostoucí lusky nejen ve stejném patře, ale i v nižších, případně vyšších patrech a jejich postranních větvích, a tak se mohou významně podílet na tvorbě jejich biomasy. Z hlediska transportu asimilátů mezi listovými patry lze předpokládat určité odrůdové rozdíly.

Naše výsledky naznačují, že část asimilátů z listů sóji může být translokována do listů ontogeneticky starších. Thaine et al. (1959)

III. Distribuce asimilátů značených  $^{14}\text{C}$  z listů sóji v období zrání semene (v % z celkové nalezené aktivity; A, B, C — exponované listové čepele; c — listová čepel, r — řapík, i — internodium, k — květ, p — postranní větev, l — lusk, R — kořeny, T — zbytek rostliny) — Distribution of  $^{14}\text{C}$ -labelled assimilates from soybean in the period of ripening (percentage of the total activity; A, B, C — labelled leaf blades; c — leaf blade, r — petiole, i — internode, k — flower, l — pod, p — lateral branches, R — roots, T — remaining part of the plant)

| Listová patra | T    | 11 (A) |      |      |       | 10   | 9     |      |      |       | 8     |      |      |       | 7     |      |       | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | Σ%     |
|---------------|------|--------|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Části rostlin |      | c      | r    | i    | l     |      | c     | r    | i    | l     | c     | r    | i    | l     | c     | i    | l     |      |      |      |      |      |      |        |
| %             | —    | 38,40  | 1,71 | 0,26 | 11,22 | —    | 0,01  | 0,13 | 0,32 | 12,28 | 0,02  | 0,11 | 0,50 | 13,96 | 0,06  | 0,43 | 13,23 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |        |
| Σ%            | 0,22 | 51,59  |      |      |       | 0,37 | 12,74 |      |      |       | 14,59 |      |      |       | 13,72 |      |       | 6,49 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 100,00 |

| Listová patra | T    | 11   | 10 (B) |      |      |       | 9    | 8    | 7     |      |       | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | Σ%     |
|---------------|------|------|--------|------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Části rostlin |      |      | c      | r    | i    | l     |      |      | c     | i    | l     |      |      |      |      |      |      |        |
| %             | —    | —    | 45,54  | 2,09 | 0,37 | 14,87 | —    | —    | 0,01  | 0,46 | 11,35 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |        |
| Σ%            | 0,05 | 0,76 | 62,87  |      |      |       | 8,44 | 5,72 | 11,82 |      |       | 0,36 | 9,06 | 0,23 | 0,18 | 0,38 | 0,14 | 100,00 |

a Thrower (1962) pozorovali podobný proces pouze v případě vysoké specifické aktivity  $^{14}\text{CO}_2$  aplikovaného mladým listům. S ohledem na zjištění jiných autorů (Shibles et al., 1975) lze předpokládat, že starší listy slouží k přechodnému uložení asimilátů vytvořených v období kvetení a že tyto asimiláty jsou později redistribuovány do semen.

Pozoruhodný je tok asimilátů z listů vyšších pater (desátého a jedenáctého patra) do lusků v nižších patrech v období zrání semen. To naznačuje, proč semena spodních pater se zastíněnými, či opadanými listy se vyvíjejí normálně a často tvoří důležitou složku celkového výnosu semen.

## Literatura

- BELIKOV, I. F.: O dviženiji i raspredeleniji produktov fotosinteza u soji v period vegetacii. Fiziol. rost., 2, 1955, s. 354-357.
- BELIKOV, I. F.: Osnovnyje zakonomernosti transporta i raspredelenija assimilatov u sel'skochozajstvennyh rastenij. 1973, In: Transport assimilatov i otloženije veščestv v zapas u rastenij. Proc. Symp. Vladivostok, 1971, s. 154-159.
- BLOMQUIST, R. V. — KUST, C. A.: Translocation pattern of soybeans as affected by growth substances and maturity. Crop Sci., 11, 1971, s. 39-393.
- MOOY, C. J. — PESEK, J. — SPALDON, E.: Mineral Nutrition. In: Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Madison, Wisconsin, 1973, s. 267-352.
- PEŠKA, J.: Laboratory Equipment for the Exposure of Plant Assimilating Organs in the  $^{14}\text{CO}_2$  — labelled Atmosphere Enabling an Automatic Regulation of  $\text{CO}_2$  and  $^{14}\text{CO}_2$  Concentration. Acta Univ. agric. (Brno, fac. agron.), 3, 1974, s. 394-403.
- SHIBLES, R. M. — ANDERSON, I. C. — GIBSON, A. H.: Soybeans. In: Crop physiology some case histories. Cambridge University Press, 1975, s. 267-352.
- THAINE, R. — OVENDEN, S. L. — TURNER, J. S.: Translocation of labelled assimilates in the soybean. Aust. J. Biol. Sci., 12, 1959, s. 349-372.
- THROWER, S. L.: Translocation of labelled assimilates in the soybean. II. The pattern of translocation in intact and defoliated plants. Aust. J. Biol. Sci., 15, 1962, s. 629-649.

Došlo dne 2. 3. 1977

ПРОХАЗКА, С. — СВОБОДА, Я. — КВАПИЛОВА, М. (Сельскохозяйственный институт Брно): Распределение ассимилятов у сои в период образования генеративных органов. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 715-721.

В опытах в сосудах исследовали распределение  $^{14}\text{C}$ -ассимилятов из листьев в остальные части растения сои сорта 'Мерит'. Ток ассимилятов из листьев зависел от локализации листа на стебле и от этапа образования цветов и плодов. В период цветения основными потребителями ассимилятов из листьев являлись цветные органы того же листового этажа, растущие листья вышних и нижних этажей или развивающиеся боковые ветви. В период образования бобов ток ассимилятов из листьев направлялся в бобы того же и нижнего листового этажа. В период созревания семени являлись основным местом накопления ассимилятов, образовавшихся в листьях. Интенсивный обмен ассимилятов между отдельными листовыми этажами обнаруживали во всех периодах образования генеративных органов.

соя; цветение; образование бобов; распределение ассимилятов;  $^{14}\text{C}$

PROCHÁZKA, S. — SVOBODA, J. — KVAPILOVÁ, M. (University of Agriculture, Brno): Distribution of Assimilates in Soybean Plants During the Period of Formation of Generative Organs. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 715-721.

The distribution of assimilates from leaves into other parts of the plant was studied in experiments with soybean plants ('Merit' variety) cultivated in pots. Assimilates were labelled with  $^{14}\text{C}$ . The flow of assimilates from leaves was dependent on the position of leaves on the stem and on the stage of flower and pod formation. In the period of flowering, the inflorescences of the same leaf insertion, growing leaves of upper and lower layers and/or developing lateral branches were the main "sinks"



for assimilates produced in leaves. In the period of pod formation, the flow of assimilates from leaves was directed into pods of the same and of lower leaf layers. In the period of pod ripening, beans were the main site of accumulation for assimilates formed in leaves. An intensive exchange of assimilates between individual leaf layers was observed in all the investigated stages of the formation of generative organs.

soybean; flowering; pod formation; distribution of  $^{14}\text{C}$ -assimilates

PROCHÁZKA, S. — SVOBODA, J. — KVAPILOVÁ, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Distribution der Assimilate bei Soja während der Bildung generativer Organe*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 715-721.

Im Gefäßversuch mit der Sojasorte 'Merit' wurde die Distribution der Assimilate von Blättern des Hauptstengels in andere Pflanzenteile mit der Technik der  $^{14}\text{C}$ -Markierung der Assimilate untersucht. Migration der Assimilate aus Blättern hing von der Stellung der Blätter auf dem Stengel und den Phasen der Bildung von Blüten und Früchten ab. Während der Blütezeit waren die Hauptabnehmer der Assimilate aus Blättern die Blütenorgane derselben Blätterinsertion und die wachsenden Blätter der höheren und niedrigeren Insertion, bzw. Seitenzweige. Während der Hülsebildung war der Fluß der Assimilate aus Blättern in Hülsen derselben Insertion sowohl in Hülsen niedrigerer Blätterinsertion gerichtet. Während der Hülseausreifung waren Samen die Hauptablagerungsstellen für die in Blättern gebildeten Assimilate. In allen untersuchten Phasen der Bildung generativer Organe konnte ein intensiver Austausch der Assimilate zwischen den einzelnen Blätterinsertionen festgestellt werden.

Soja; Blüten; Bildung der Hülsen; Distribution der Assimilate;  $^{14}\text{C}$

---

**Adresa autorů:**

Ing. Stanislav Procházka, CSc., ing. Jan Svoboda, CSc., ing. Milena Kvapilová, Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

---

# RECENZE

## POLAROGRAFICKÁ ANALÝZA NEROSTNÝCH SUROVIN

J. Doležal, J. Musil

SNTL, Praha, 1977, 1. vyd., 224 s., 24 obr., 5 tab., cena váz. výt. 23,— Kčs.

Pro současný stav analýzy nerostných surovin a půd je charakteristické používání instrumentálních metod, především těch, které jsou zcela nebo plně automatizovány. Při stanovení minoritních složek a stopových prvků jsou to hlavně některé metody optické, neutronová aktivizační analýza a z elektrochemických metod metody voltametrické, zejména klasická polarografická metoda a její novější modifikace, jakými jsou například diferenční pulzní polarografie, rozpouštěcí voltametrie, polarografie se střídavou nebo pravouhlou složkou aj. Voltametrických metod lze obecně výhodně použít k analýze nerostných surovin a půd při stanovení malých a středních obsahů řady prvků. Metoda je relativně málo náročná na přístrojové vybavení, pracnost a provozní náklady, dostatečně citlivá, přesná a spolehlivá, objektivního charakteru s možností snadného odhledání rušivých vlivů; významnou předností polarografické metody jsou i její dostatečně vybudované teoretické základy.

Recenzovaná kniha našich předních odborníků, která je v naší i světové odborné literatuře první prací, zabývající se souborně použitím polarografické metody speciálně při analýze nerostných látek, je rozdělena na dva oddíly. V první obecně zaměřené části jsou uvedeny přednosti a nevýhody polarografie při rozboření nerostných látek ve srovnání s jinými používanými metodami, stručný přehled novějších metod polarografické analýzy, vedoucích k dosažení co největší citlivosti a rychlosti stanovení a pře-

hled nerostných surovin, které byly již polarograficky analyzovány, zároveň s prakticky úplným výčtem literatury (téměř 300 citací) věnované tomuto oboru. Ve druhé praktické části jsou uvedeny v podstatě vlastně podrobné pracovní předpisy pro stanovení abecedně uspořádaných 39 prvků v různých minerálech a nerostných látkách. U každého stanovení je uveden princip metody, její použitelnost a typ analyzovaného materiálu, pracovní postup stanovení s údaji o jeho dosahované přesnosti a správnosti. Na závěr je zařazena přehledná tabulka nejběžněji používaných základních elektrolytů a půlvlnových potenciálů anorganických depolarizátorů v některých typech elektrolytů, seznam literatury a abecední věcný rejstřík.

Kniha byla vydána redakcí chemické literatury SNTL ve spolupráci s ČVTS — společností průmyslové chemie již jako 29. svazek knižnice „Moderní metody v chemické laboratoři“, která přináší moderní a zajímavé publikace z laboratorní praxe preparativní, analytické a fyzikálně chemické, práce zabývající se uplatněním matematicko-statistických metod v chemické laboratoři, návody k použití moderních pracovních pomůcek apod. Je určena především pracovníkům výzkumných, průmyslových a zemědělských analytických a kontrolních laboratoří, zabývajících se rozboření nerostných látek; poslouží však dobře i jako metodická příručka pro posluchače vysokých škol technického a univerzitního zaměření.

Ing. Bohumil Tesařík,  
331 51 Kaznějov 392

# ROZDÍLY V RYCHLOSTI FOTOSYNTÉZY U KŘÍŽENCŮ A NĚKTERÝCH RODIČOVSKÝCH ODRŮD BRAMBOR

J. Zrůst, A. Smolíková

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A. (Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Rozdíly v rychlosti fotosyntézy u kříženců a některých rodičovských odrůd brambor*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 723-732.

Je podán rozbor výsledků naměřených rychlosti fotosyntézy u 46 perspektivních kříženců šlechtěných na vyšší výnosový potenciál a u 8 vybraných rodičovských partnerů. Odrůdy a kříženci byli rozděleni do skupin podle své délky vegetační doby a v každé skupině provedeno jejich zařazení do čtyř kategorií podle vypočítané průměrné hodnoty rychlosti fotosyntézy za úsek vegetace sedmi týdnů. V rámci každé skupiny ranosti byly nalezeny dostatečně kontrastní genotypy s ohledem na fotosyntetický výkon. Mezi průměrnými hodnotami genotypů byl zjištěn maximální rozdíl v přírůstcích sušiny  $6 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (což činí více než 50 % hmotnosti přírůstku), častěji byl zaznamenán rozdíl okolo 2–3  $\text{mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (tj. 25–30 %). Pro spolehlivou charakteristiku kříženců či odrůd je třeba odebrat terčíky z minimálně osmnácti rostlin a pracovat s nejméně osmnácti šestiterčíkovými soubory. V práci je uveden metodický postup i návod využití rychlosti fotosyntézy jako jednoho z dílčích znaků výnosového výkonu při hodnocení šlechtitelského materiálu.

rychlost fotosyntézy; gravimetrická terčíková metoda; kříženci a odrůdy brambor (*Solanum tuberosum* L.)

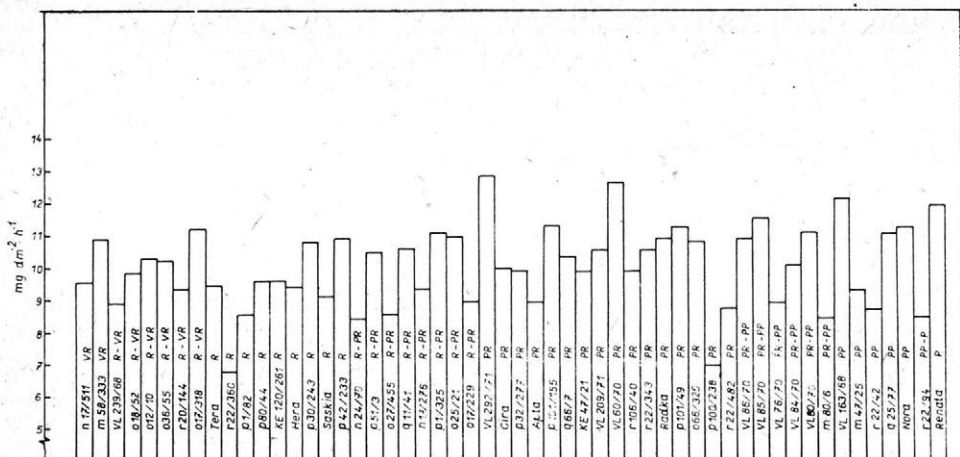
V současné době je v popředí zájmu fyziologů a ekologů otázka tvorby výnosu kulturních rostlin. Úsilí výzkumných pracovníků je zaměřeno na souborné zpracování všech poznatků o významu jednotlivých dílčích produkčních výnosných procesů pro tvorbu hospodářského výnosu. U brambor se v poslední době shromažďují hlavně poznatky o tvorbě asimilátů (např. Milthorpe, 1963; Engel, 1965; Rauber, Engel, 1966; Winkler, 1969), jejich distribuci v rostlině a akumulaci v jednotlivých orgánech (např. Moorby, 1970; Moll, 1973). Také v ČSSR se těmto otázkám u brambor věnuje pozornost (např. Nečas, 1962, 1964; Zrůst, 1973; Hruška, Pflug, 1975).

Podnět pro intenzivní studium tvorby výnosu kulturních plodin vychází především z jejich šlechtění, ve kterém se stále více pocítuje potřeba nových metodických postupů. U bramborů provedli u nás rozbor některých dílčích znaků jejich produkčního potenciálu např.: Nečas (1966, 1968, 1974), Avratovščeková (1967), Zrůst (1971), Zrůst et al. (1976).

Pokračováním v tomto směru práce jsou i výsledky uváděné v článku. Zaměřili jsme se v něm na sledování fotosyntézy proto, že právě fotosyntéza je základem produkce rostlin.

## MATERIÁL A METODY

Kříženci a některé jejich rodičovské odrůdy jsou uvedeni na obr. 1. Sadbu brambor jsme získali ze šlechtitelských stanic Keřkova (36 kříženců, 8 odrůd) a Velké Lomnice (10 kříženců).



1. Rychlost fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) zjištěná u čepeli vrcholových lístků (čtvrtých listů od shora) 46 kříženců a 8 odrůd v roce 1976; údaje jsou průměry za 7 týdnů vegetace — Assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) ascertained in apical leaf blades (fourth leaves from the top) in 46 hybrids and 8 varieties in 1976; the data express averages for 7 weeks of the growing season

Označení stupně ranosti podle délky vegetační doby:

VR = velmi raný, R — VR = raný až velmi raný, R = raný, R — PR = přechodný, PR = poloraný, PR — PP = poloraný až polopozdní, PP = polopozdní, PP — P = polopozdní až pozdní, P = pozdní.

Hlízy byly ve skleníku předklíčované pět týdnů, sázeli jsme je celé v jednom termínu, s 5–10 mm velkými zelenými klíčky se základy kořínků. Pro stručnost uvádíme výsledky pouze z roku 1976.

Pro hodnocení fotosyntézy jsme zvolili gravimetrickou terčíkovou metodu, kterou pro podobné účely prověřila Avratovščuková (1967). Fotosyntetická aktivita rostlin se charakterizovala účinností reprezentativního vzorku jejího asimilačního aparátu v konstantních podmínkách.

Pro měření rychlosti fotosyntézy jsme denně odebírali z hlavních stonků dvanácti vybraných trsů jen čtvrté listy (od shora) a terčíky jsme vykrajovali pouze z vrcholových lístků. Hodnocený soubor tvořila vždy šestice terčíků (plocha jednoho terčíku  $0,5 \text{ cm}^2$ ). Každý genotyp byl v jednotlivých dílčích hodnoceních reprezentován šesti soubory, tj. 36 terčíky. Dvojice terčíků pro zjištění přírůstku sušiny byla vykrajoována systémem těsně vedle sebe z téže poloviny lístku. Důvody uvádí Zrůst et al. (1976).

Pro měření rychlosti fotosyntézy jsme měli k dispozici nový typ aparatury popsany Avratovščukovou (1973), jehož světelný systém tvoří 10 jódových žárovek, každá o příkonu 1000 W. Hustota osvětlení na úrovni terčíků tak převyšovala hodnoty dosahované při plném slunečním svitu.

Po úpravě expoziční komory se nám podařilo zvýšit množství terčíků na dvojnásobek, takže dosáhl počtu 1944, tj. 324 souborů. Plnění přístroje zajišťovaly dvě trojice pracovnic po dobu ca 70 minut. Získali jsme tak možnost měřit rychlost fotosyntézy všech 54 kříženců a odrůd zařazených v pokusu v jednom dni najednou. Dopouštěli jsme se sice vědomě chyby tím, že jsme nemohli z důvodu kapacity přístroje od každého křížence a odrůdy současně hodnotit minimálně potřebný, statisticky předem ověřený počet 18 souborů terčíků, ale pouze šesti souborů. Projevilo se to ve výsledcích analýzy rozptylu v tab. I, ve zdroji proměnlivosti označené B, tj.

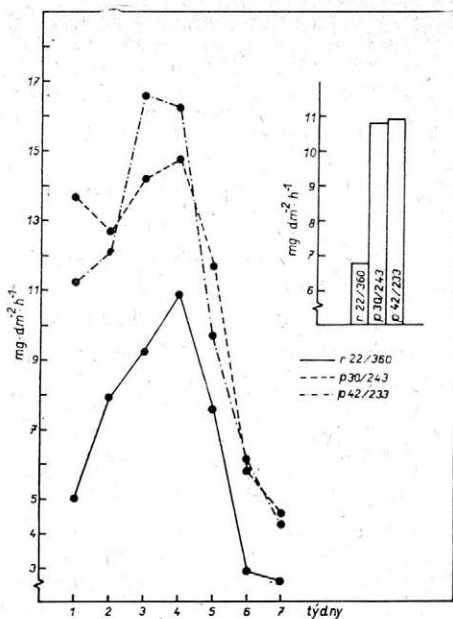
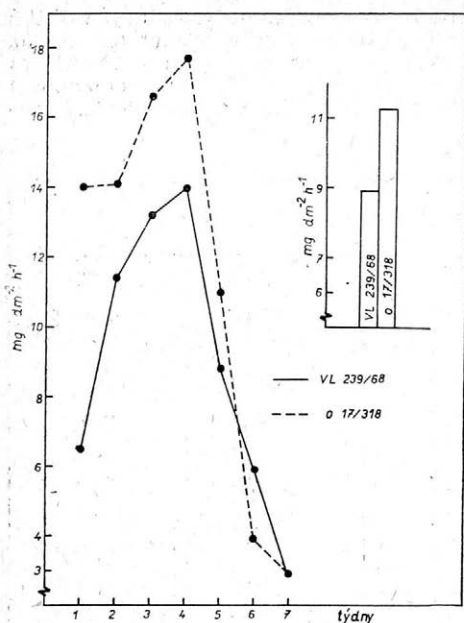
I. Analýza rozptylu hodnot rychlosti fotosyntézy naměřených u vrcholových lístků čtvrtých listů (shora) 54 genotypů v době před počátkem tvorby pupat (odkvět až počátek fyz. zrání, měřeno v době 8. 6.–14. 7. 1976) — Variance analysis of the values of photosynthesis rate measured on top leaflets of the fourth leaves (from above) in 54 genotypes just prior to the bud-stage (end of flowering till physiological maturity, measured June 8 — July 14, 1976)

| Zdroj proměnlivosti          | $S(x-x)^2$ | N    | V         | F         |
|------------------------------|------------|------|-----------|-----------|
| A vrchol. lístky             | 325,03     | 5    | 65,01     | 23,28++   |
| B dny (po, út, st)           | 202,52     | 2    | 101,26    | 36,27++   |
| C odběry (týdny)             | 88 395,75  | 5    | 17 679,15 | 6332,39++ |
| D genotypy                   | 8 952,91   | 53   | 168,92    | 60,51++   |
| A × B                        | 3,41       | 10   | 0,34      | 0,12      |
| A × C                        | 76,62      | 25   | 3,07      | 1,10      |
| A × D                        | 738,22     | 265  | 2,79      | 0,99      |
| B × C                        | 4 086,93   | 10   | 408,69    | 146,39++  |
| B × D                        | 1 755,22   | 106  | 16,56     | 5,93++    |
| C × D                        | 9 349,28   | 265  | 35,28     | 12,64++   |
| A × B × C                    | 188,86     | 50   | 3,77      | 1,35      |
| A × B × D                    | 1 380,86   | 530  | 2,61      | 0,93      |
| A × C × D                    | 3 727,22   | 1325 | 2,81      | 1,01++    |
| B × C × D                    | 10 035,42  | 530  | 18,93     | 6,78++    |
| Reziduum                     | 7 398,43   | 2650 | 2,79      |           |
| Celkem                       | 136 616,68 | 5831 |           |           |
| Průkazný rozdíl pro: A 0,252 |            |      |           |           |
| B 0,131                      |            |      |           |           |
| C 0,252                      |            |      |           |           |
| D 1,919                      |            |      |           |           |

v průkazném rozdílu mezi dny měření. Abychom docílili vypočteného počtu 18 souborů, měřili jsme rychlost fotosyntézy v každém ze sedmi týdnů ve třech po sobě následujících dnech, a to v pondělí, úterý a středu a vlastní hodnocení genotypů prováděli podle průměrných týdenních hodnot. Do grafů (obr. 2–6) jsme rovněž vynášeli průměrnou hodnotu za tyto tři dny. Jak se ukázalo, byl tento metodický postup správný a získali jsme s ním v porovnání s jinými postupy (Zrůst et al., 1976) nejpřesnější výsledky. Podmínkou přesné práce ovšem je stále počasí ve všech třech dnech, kdy se měří fotosyntéza.

Dík zařazenému chladicímu agregátu byla ve všech dílčích hodnoceních udržena konstantní teplota vzduchu v expoziční komoře (15 °C). Přitom teplota vrchní strany terčíků dosahovala 17,5 °C (měřeno termistorovým teploměrem) a spodní strana 19 °C. Pracovali jsme s normální koncentrací CO<sub>2</sub> ve vzduchu (ca 320 ppm). Měřit rychlost fotosyntézy jsme začali v průměru všech genotypů za týden až 10 dnů od jejich plného vzejití.





2. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace a průměrné hodnoty ve skupině raných až velmi raných kříženců — Changes in assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation and the average values in the group of early to very early hybrids

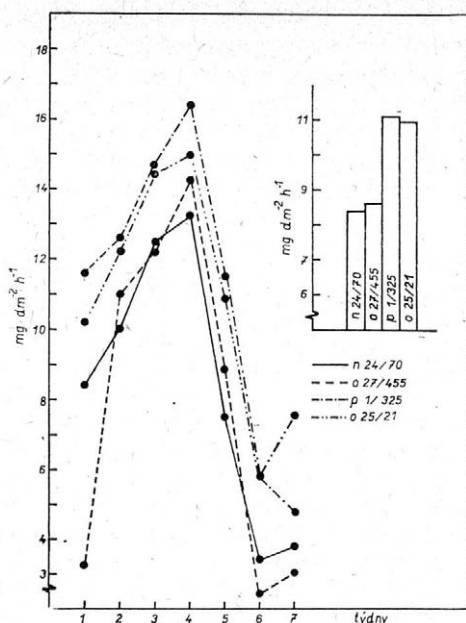
3. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace a průměrné hodnoty ve skupině raných kříženců — Changes in assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation and the average values in the group of early hybrids

## VÝSLEDKY

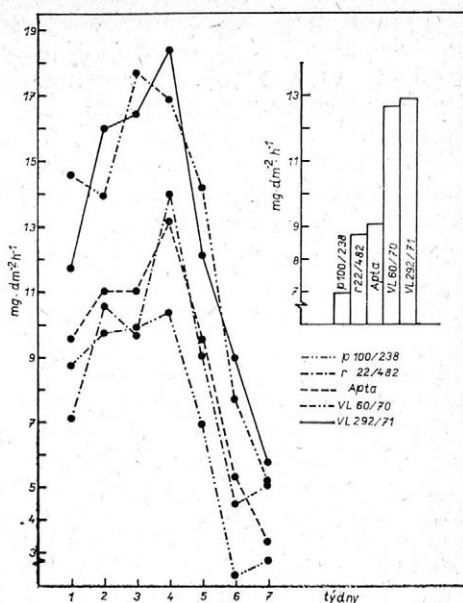
V případě sledování odrůdových rozdílů se musí počítat s individuální variabilitou mezi trsy, která je nedědičné povahy. Existuje pochopitelně i u brambor, i když se pracuje s klonovým materiálem. Odrůdu nebo křížence spolehlivě charakterizuje ve srovnávacích pokusech vzorek asimilačního pletiva z většího počtu trsů. Podle našich výsledků (Zrůst et al., 1976) je pro dostatečnou spolehlivost odhadu průměrných hodnot třeba vysekávat terčíky z minimálně 18 rostlin. Tento předpoklad jsme ve všech případech dodrželi.

Na obr. 1 jsou vzájemně srovnáni kříženci a některé výchozí rodičovské odrůdy. Jsou seskupeni podle délky vegetační doby od velmi raných po pozdní křížence a odrůdy. Z grafu je patrný značný rozdíl, který se projevil mezi srovnávanými kříženci v průměrných hodnotách fotosyntézy za sedm týdnů vegetace, uvažíme-li, že hodnoty jsou uváděny v mg sušiny  $\text{dm}^{-2} \text{h}^{-1}$ .

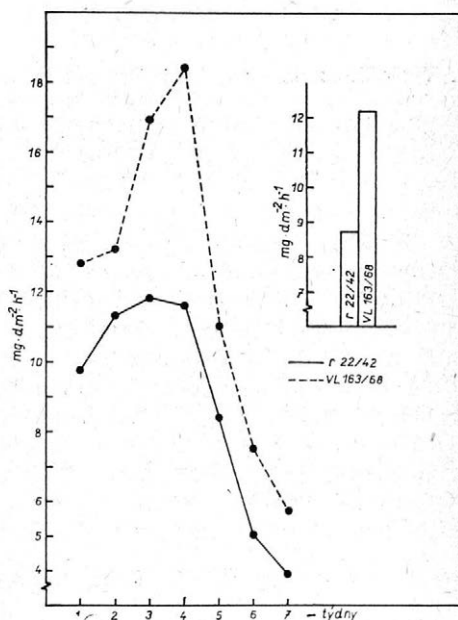
Do analýzy rozptylu jsme z úsporných důvodů zahrnuli výsledky z odběrů terčíků prováděné po dobu šesti týdnů. V hodnocení jejich proměnlivosti, označené v tab. I jako C, se projevuje jednak výrazný vege-



4. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace a průměrné hodnoty ve skupině raných až poloraných kříženců — Changes in assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation and the average values in the group of early to medium-early hybrids

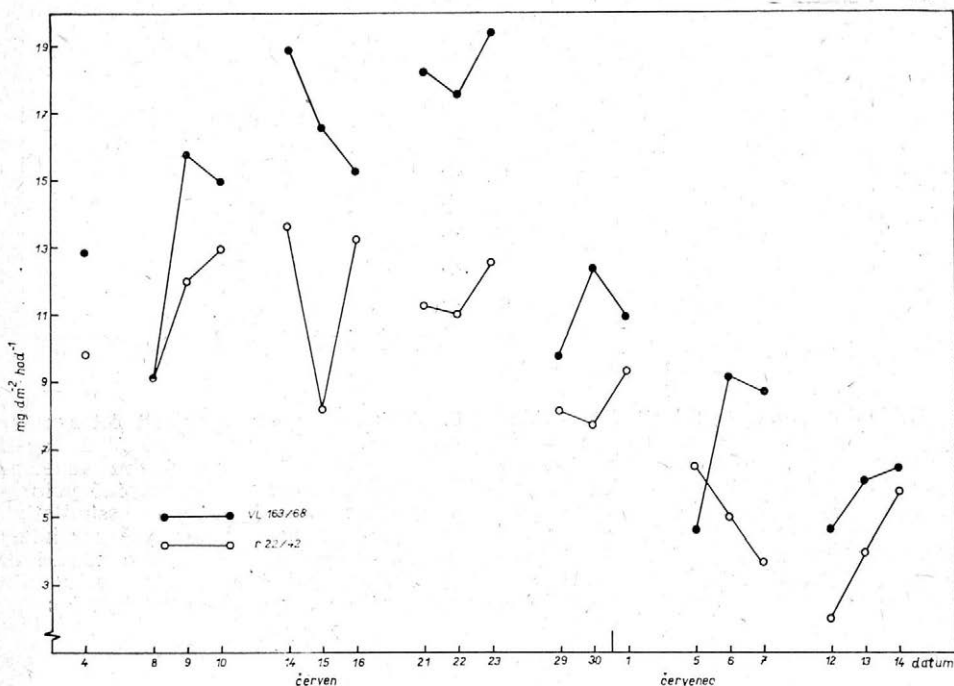


5. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace a průměrné hodnoty ve skupině poloraných kříženců — Changes in assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation and the average values in the group of medium-early hybrids



6. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na  $\text{dm}^2$  za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace a průměrné hodnoty ve skupině polopozdních kříženců — Changes in assimilation rate (mg dry matter per  $\text{dm}^2$  per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation and the average values in the group of medium-late hybrids

tační trend, patrný i z průběhových grafů (obr. 2–6) a dále značné výkyvy v jednotlivých dnech (B), na které jsme upozorňovali již dříve (Zrůst, 1973, 1976). Změny hodnot rychlosti fotosyntézy získané denně z nedostatečného počtu pouze šesti souborů jsme pro názornost uvedli v grafu na obr. 7. Vysoce průkazný rozdíl v rychlosti fotosyntézy u kříženců, zejména v porovnání s nižšími hodnotami variance u složek proměnlivosti označených A a B, ukazuje významnost závěrů, vyslovených o rozdílech mezi kříženci.



7. Výsledky změn rychlosti fotosyntézy (mg sušiny na dm<sup>2</sup> za hod.) u čepelí vrcholových lístků v průběhu vegetace ve skupině polopozdních kříženců; zakreslené údaje jsou průměry ze šesti souborů — Changes in assimilation rate (mg dry matter per dm<sup>2</sup> per hour) in apical leaf blades in the course of vegetation in the group of medium-late hybrids; the plotted data are average values for six sets

Zvolený metodický postup při hodnocení kříženců se velmi osvědčil. Všechny studované křížence (včetně odrůd) jsme nejprve podle údajů získaných od šlechtitelů roztříдили podle ranosti do devíti základních skupin: velmi rané, rané až velmi rané, rané, rané až polorané, polorané, polorané až polopozdní, polopozdní, polopozdní až pozdní a pozdní. Pro každou tuto skupinu jsme vypočítali průměrnou hodnotu za sedm týdnů měření. Tímto průměrem byli kříženci rozděleni na dvě části. Pomocí dalších dvou vypočtených průměrů jsme v každé skupině ranosti získali variační rozpětí pro čtyři výkonnostní skupiny kříženců a odrůd s označením: nejvýkonnější, výkonní, méně výkonní a nevýkonní kříženci a odrůdy. Detailní postup uvádí Zrůst et al. (1976).

Třídění kříženců bylo snadné ve skupinách, kde jich byl větší počet.

U skupin menších než pět nemělo toto třídění význam a srovnávali jsme je s ostatními početněji obsazenými skupinami.

Výkonnostní rozpětí ve skupinách se mění podle meteorologických podmínek i způsobu pěstování v jednotlivých letech a podle podmínek, za kterých je rychlost fotosyntézy stanovena. Z těchto důvodů neuvádíme hraniční hodnoty pro jednotlivé skupiny.

Pro názornost jsme do grafů vybrali vegetační průběhy hodnot rychlosti fotosyntézy ze dvou krajních skupin, co se týká výkonnosti, tj. nejvýkonnějších a nevykonných genotypů, a zakreslili je dohromady v jednotlivých grafech na obr. 2–6. Uvedli jsme příklady z pěti skupin ranosti. Současně jsou na obrázcích uvedeny průměrné hodnoty za sedm týdnů vegetace.

Z grafů vyplývá, že v rámci každé skupiny ranosti lze nalézt dostatečně kontrastní genotypy s ohledem na fotosyntetický výkon. To je pro šlechtitele důležitý poznatek. Vegetační průběh hodnot rychlosti fotosyntézy má u většiny kříženců podobný trend. Není však vyloučeno, že to je způsobeno mimořádným suchem panujícím v období 16. 6. – 8. 7. Proto se také neprojevily rozdíly ve vegetačním průběhu fotosyntézy mezi ranými a pozdními odrůdami, které je možno předpokládat. U některých pozdějších kříženců došlo v období sedmého týdne měření k regeneraci listové plochy v důsledku zvýšení půdní vlhkosti způsobené deštěm dne 9. 7., což se projevilo i na zvýšení rychlosti fotosyntézy.

## DISKUSE

Rychlost fotosyntézy jsme zjišťovali u čtvrtých listů (shora), neboť tyto listy vykazují nejvyšší hodnoty rychlosti fotosyntézy (Meinl, 1965; Zrůst, 1973). Vegetační trend, který se projevuje během vegetace, je způsoben stárnutím listů (Winkler, 1971), ke kterému v roce 1976 přistoupilo značné půdní sucho, jak bylo již výše zmíněno.

Námi používaný počet 18 souborů, potřebný k dostatečně přesnému postižení průměrných hodnot rychlosti fotosyntézy, v podstatě odpovídá počtu souborů, které používala Avratová (1967) pro průběžné stanovení průměrné fotosyntetické aktivity terčků u populací tabáku. Pochopitelně, čím větší počet souborů pro spolehlivou charakteristiku kříženců použijeme, tím lépe, avšak současně se tím při omezené kapacitě přístroje snižuje počet kříženců či odrůd nebo pokusných variant, které můžeme jednorázově zhodnotit. V opačném případě, tj. při menším počtu použitých souborů, můžeme zhodnotit více genotypů, dopouštíme se však chyb, na které bylo poukázáno jak v analýze rozptylu, tak i názorně předvedeno na obr. 7. K tomuto postupu se přesto můžeme uchýlit, musíme však pro hodnocení brát průměry z dostatečného počtu měření a zachovat předpoklady, které jsme v této souvislosti uvedli.

V popsáných pokusech roku 1976 jsme zjistili mezi průměrnými hodnotami kříženců maximální rozdíl 6 mg (více než 50 %), častěji však okolo 2–3 mg (25–30 %) (obr. 1). Může se na první pohled zdát, že to jsou rozdíly malé, jsou ale statisticky vysoce průkazné. Jestliže však tyto rozdíly přepočteme na trs, případně plošnou jednotku, potom získané hodnoty nejsou již zanedbatelné. Je třeba mít na paměti, že se jedná pouze o schopnost křížence či odrůdy hromadit s určitou rychlostí sušinu, tedy o jeden dílčí znak komplexního znaku výnosového výkonu, a že

tento dílčí znak nemusí být v přímé korelaci s hospodářským výnosem plodiny. V každém případě zvýšení rychlosti fotosyntézy znamená větší intenzitu přeměny zářivé energie v energii chemickou, a tudíž i vyšší produkci organické hmoty. Zužitkování produktů vyšší rychlosti fotosyntézy při tvorbě výnosu hlíz předpokládá účelné zapojení této pozitivní vlastnosti do celého mechanismu tvorby výnosu. K doplnění tohoto testu by proto bylo třeba ještě dalších rozborů, aby se postihly i jiné znaky např. translokace asimilátů apod.

Při hodnocení odrůdových rozdílů je nutno poukázat ještě na jeden problém, a to nutnost měřit odrůdy či křížence v pokud možno stejné fázi vývinu, jak na to u brambor upozorňují např. Engel (1965), Meinl (1965, 1967), Rauber a Engel (1966), nebo alespoň toto při interpretaci výsledků respektovat. Z tohoto pohledu popsaný pokus vyhovuje méně, neboť jsme měřili křížence a odrůdy po dobu sedmi týdnů při jednom termínu výsadby. Správnější, ale velmi náročná by byla postupná výsadba a měření prováděná ve stejné fázi vývinu rostlin.

Z těchto důvodů jsme při hodnocení kříženců a odrůd provedli jejich rozřazení do skupin podle délky vegetační doby a hodnotili navzájem pouze odpovídající si křížence v rámci skupin.

#### Poděkování

Děkujeme dr. N. Avratovščukové, CSc., z PFFUK Praha za umožnění výroby nového typu rotační aparatury podle prototypu, který má sama k dispozici, a za její cenné metodické rady; dále ing. J. Sixtovi a ing. J. Konrádovi, CSc., z ŠS Keřkov a ing. M. Šmálikovi, CSc., z ŠS Velká Lomnice za poskytnutí sadby perspektivního šlechtitelského materiálu.

#### Literatura

- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetická analýza fotosyntetické aktivity vzorků listové čepele některých kulturních rostlin. [Kandidátská dis. práce.] Praha 1967. 171 s. — Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- AVRATOVŠČUKOVÁ, N.: Genetické studium fotosyntetické aktivity listů, aktivity Hillový reakce a některých struktur listu významných pro fotosyntézu. [Dílčí záv. zpráva za úkol VI-4-4-4/1.] Praha, PFFUK 1973. 67 s.
- ENGEL, K. H.: Untersuchungen über die Ertragsbildung als Grundlage für pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Massnahmen. Die Bodenkultur, 16, 1965, s. 263-277.
- HRUŠKA, L. — PFLUG, J.: Tvorba a distribuce sušiny u některých odrůd brambor (podklad ideotypu). Rostl. Výroba, 21, 1975, s. 125-134.
- MEINL, G.: Ein Beitrag zur Photosynthesemessung bei Kartoffeln. European Potato J., 8, 1965, s. 133-144.
- MEINL, G.: Assimilationsvermögen als Sortenmerkmal I. Vergleich der apparenten Assimilation von Kartoffelsorten verschiedener Reifezeit. Photosynthetica, 1, 1967, s. 51-56.
- MILTHORPE, F. L.: Some aspects of plant growth. In: IVINS, J. D. — MILTHORPE, F. L. (ed.): The growth of the potato. London, Butterworths, 1963, s. 3-16.
- MOLL, A.: <sup>14</sup>C — Assimilation und — Verteilung bei Sorten mit unterschiedlicher Jugendentwicklung sowie unterschiedlichem Stärkeertrag. Schlußbericht, Institut für Kartoffelforschung Groß-Lüsewitz, 1973. In: ZRÜST, J. — POPPR, J.: Cestovní zpráva ze stud. cesty do NDR ve dnech 29. 9.—4. 10. 1975, Havlíčkův Brod, 1975.
- MOORBY, J.: The production, storage, and translocation of carbohydrates in developing potato plants. Ann. Bot., 34, 1970, s. 297-308.
- NEČAS, J.: Die Beziehungen von Blattfläche und Trockensubstanzproduktion bei Kartoffeln. In: Fragen der Pflanzenzüchtung und Pflanzenphysiologie. „Tagungsberichte DAL“, 48, 1962, s. 79-93.
- NEČAS, J.: Výzkum produktivity fotosyntézy bramborů. [Záv. zpráva za úkol S XII-23. 3.] Havl. Brod, VÚB 1964. 85 s.



NEČAS, J.: Možnosti využití růstově analytických charakteristik v analýze struktury komplexního znaku 'výnosový výkon bramborových odrůd'. Rostl. Výroba, 12, 1966, s. 759-778.

NEČAS, J.: Growth analytical approach to the analysis of yielding capacity of potato varieties. Photosynthetica, 2, 1968, s. 85-100.

NEČAS, J.: Physiological approach to the analysis of some complex characters of potato. Potato Research, 17, 1974, s. 3-23.

RAEÚBER, A. — ENGEL, K. H.: Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (*Sol. tuberosum* L.) in Abhängigkeit von Umwelt — und Erbguteinflüssen. Abh. Meteorol. Dienstes DDR, 76, 1966, č. 10, 117 s.

WINKLER, E.: Kartoffelbau in Tirol in 500, 900, 1350 und 1880 m Höhe. I. Eur. Potato J., 12, 1969, s. 188-199.

WINKLER, E.: Kartoffelbau in Tirol. II. Photosynthesevermögen und Respiration von verschiedenen Kartoffelsorten. Potato Res., 14, 1971, s. 1-18.

ZRŮST, J.: Die Gewichtsbestimmung der Photosynthese — Intensität von Blattgewebescheiden bei einigen ausgewählten Kartoffelsorten. Referát přednesený na zasedání fyziologické sekce E. A. P. R. ve dnech 21. 6.—25. 6. 1971 v Praze. Souhrn uveřejněn v Potato Res., 14, 1971, 328 s.

ZRŮST, J.: Vliv umístění listů na proměnlivost hodnot rychlosti fotosyntézy u brambor. Rostl. Výroba, 19, 1973, s. 243-252.

ZRŮST, J.: Měření fotosyntézy na terčících z listů bramboru v konstantních podmínkách. In: ZADINA, J. — JERMOLJEV, E.: Šlechtění bramboru. Academia 1976, s. 270-276.

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A. — PARTYKOVÁ, E.: Vypracování a přezkoušení metodik pro fyziologické zjišťování výkonnosti šlechtitelského materiálu. [Záv. zpráva za úkol C 11-329-105-02-01a.] Havl. Brod, VÚB 1976, 44 s.

Došlo dne 2. 3. 1977

ЗРУСТ, Я. — СМОЛИКОВА, А. (Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Гавличкув Брод). Различия в скорости фотосинтеза у гибридов и некоторых родительских сортов картофеля. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7): 723-732.

Приводится анализ результатов измеренных скоростей фотосинтеза у 46 перспективных гибридов, выводимых на высший урожайный потенциал, и у 8 выбранных родительских партнеров. Сорты и гибриды делились на группы по длине вегетационного периода и каждая группа еще делилась на четыре категории по вычисленному среднему значению скорости фотосинтеза за 7-недельный интервал вегетации. В каждой группе скороспелости были установлены достаточно контрастные генотипы, с учетом фотосинтетического эффекта. Среди средних значений генотипов было установлено максимальное различие в приростах сухого вещества 6 мг/дм<sup>2</sup>/ч (что составляет свыше 50 % от массы прироста), чаще было отмечено различие около 2—3 мг/дм<sup>2</sup>/ч (т.е. 25—30 %). Для надежной характеристики гибридов или сортов необходимо отбирать диски по крайней мере с 18 растений и работать по крайней мере с 18 шестидисковыми наборами. В работе приведен методический ход и порядок использования скорости фотосинтеза как одного из частных признаков эффекта урожая при оценке селекционного материала.

скорость фотосинтеза; гравиметрический дисковый метод; гибриды и сорта картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A. (Potato Research and Breeding Institute, Havlíčkův Brod): Differences in Assimilation Rate in Potato Hybrids and in Some Parental Varieties. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7): 723-732.

There is an analysis of the results of assimilation rates measured in 46 promising hybrids bred for a higher yielding potential and in 8 selected parental varieties. The hybrids and varieties were divided into two groups according to the length of their growing season and each group was subdivided into four categories according to the calculated average assimilation rates for the seven-week period of the growing season. Sufficiently contrasting genotypes were found within each group, with respect to assimilation rate. The maximal difference in dry matter increments, found between the average values of genotypes, was 6 mg. dm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> (representing more than 50 % of increment weight); the difference of about 2—3 mg. dm<sup>-2</sup>. h<sup>-1</sup> (i. e. 25—30 %) was ascertained more frequently. For reliable characteristics of the hybrids or va-

rieties, discs must be collected minimally from eighteen plants and at least eighteen six-disc sets should be used. The authors present the description of the procedure and instructions for using assimilation rate as one of partial parameters of yielding performance in the evaluation of the breeding material.

assimilation rate; gravimetric leaf-disc method; hybrids and varieties of potatoes (*Solanum tuberosum* L.)

ZRŮST, J. — SMOLÍKOVÁ, A. (Institut für Kartoffelforschung und Züchtung, Havlíčkův Brod): *Unterschiede in Photosyntheserate bei Hybriden und einigen Elternsorten der Kartoffeln*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 723-732.

Die Verfassung bietet eine Analyse der Ergebnisse über gemessene Photosyntheserate bei 46 auf höheres Ertragspotential gezüchteten perspektiven Hybriden und 8 ausgewählten Elternpartnern. Sorten und Hybriden wurden in Gruppen nach Länge ihrer Vegetationszeit eingeteilt, und in jeder Gruppe wurde ihre Klassifizierung in vier Kategorien nach der berechneten durchschnittlichen Photosyntheserate für eine Etappe der Vegetation von sieben Wochen durchgeführt. Im Rahmen jeder Frühzeitigkeitsgruppe wurden ausreichend kontraste Genotypen in Bezug auf photosynthetische Leistung gefunden. Zwischen den durchschnittlichen Genotypwerten wurden Maximalunterschiede im Trockensubstanzzuwachs von  $6 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (was mehr als 50 % der Zuwachsmasse darstellt) festgestellt, öfters wurde ein Unterschied rund  $2-3 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  (d. i. 25-30 %) festgestellt. Für eine zuverlässige Charakteristik der Hybriden oder Sorten ist es notwendig, Scheiben von minimal achtzehn Pflanzen zu entnehmen und wenigstens mit achtzehn Sechsscheibengruppen zu arbeiten. Die Verfassung bietet ein methodisches Verfahren sowohl eine Anweisung für Nutzung der Photosyntheserate als eines der Teilmerkmale für Ertragsleistung bei Zuchtmaterialbeurteilung.

Photosyntheserate; gravimetrische Scheibenmethode; Hybriden und Sorten bei Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.)

---

**Adresa autorů:**

Ing. Jaromír Zrůst, ing. Alena Smolíková, Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 366, 580 03 Havlíčkův Brod

---

# VPLYV MINERÁLNYCH ŽIVÍN NA FOTOSYNTÉZU, DÝCHANIE A RAST RASTLÍN

J. Repka

REPKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Vplyv minerálnych živín na fotosyntézu, dýchanie a rast rastlín*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 733-740.

Na základe krivky fotosyntézy, dýchania a akumulácie sušiny nadzemnými orgánmi je vysvetľovaný vplyv stúpajúcej koncentrácie minerálnych živín v prostredí a v asimilačnom pletive na rýchlosť týchto procesov. Je popísaná protichodná tendencia fotosyntetickej a respiračnej aktivity listov v závislosti od zmien koncentrácie živín. Pri nedostatku a nadbytku živín je nízka fotosyntetická aktivita a vysoká respirácia listov. V koncentračnom pásme, optimálnom pre akumuláciu sušiny, minerálne živiny stimulujú fotosyntézu a znižujú intenzitu dýchania. Je demonštrovaný efekt minerálnych živín na rast a prostredníctvom ich účinku na zníženú intenzitu dýchania.

koncentrácia živín; fotosyntéza; respirácia; rast

Účinok minerálnych živín na produktivitu a rast rastlín sa realizuje prostredníctvom ich vplyvu na rôzne fyziologické procesy. V literatúre je dokumentovaný preukazný efekt nedostatku živín na rýchlosť fotosyntézy i ďalšie štruktúrne a funkčné zložky fotosyntetickej činnosti rastlín (Watanabe, Yoshida, 1970; Gej, 1972; Nátr, 1972; Alijev, 1974; Žakote, 1974; Barta, 1975 a ďalší). Menej údajov je o účinku živín na respiráciu ako zložku produktivity rastlín (Bottril et al., 1970; Terry, Ulrich, 1973). Chýbajú údaje o účinku minerálnych živín na fotosyntézu a respiráciu z hľadiska ich spoločného pôsobenia pri tvorbe a využívaní produktov fotosyntézy na rast a akumuláciu sušiny. Nie je dostatočne osvetlený ani rozsah intenzity respirácie potrebnej pre optimálny rast v závislosti od podmienok minerálnej výživy.

V príspevku sú dokumentované údaje o zmenách fotosyntetickej aktivity a intenzity respirácie listov mladých rastlín kukurice pri stúpajúcej koncentrácii živín v substráte a asimilačnom pletive.

## MATERIÁL A METÓDY

Pre štúdium vzťahu medzi úrovňou minerálnej výživy, fotosyntézou a intenzitou dýchania listov sme založili dva vegetačné pokusy. Rastliny kukurice sme pestovali pri stúpajúcej dávke živného roztoku podľa Reid-Yorka v tomto rozsahu:

- a) 0, 1/3, 2/3, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4
- b) 0, 1/3, 1, 2, 3, 4

Ako substrát sme použili bralén. Rastliny boli pestované v skleníku do fázy 5. listu. Pri analýze sme stanovili hmotnosť jednotlivých orgánov, obsah N, P, K v listoch, rýchlosť fotosyntézy a intenzitu dýchania. Fotosyntézu sme merali v rotačnej expozičnej aparatúre podľa Bartoša a Šetlíka. Vyjadrili sme ju ako rýchlosť prírastku sušiny listových segmentov (FAS) v  $\text{mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$  po päťhodinovej expoziícii pri teplote 22°C a hustote žiarenia 56 W  $\text{m}^{-2}$ . Intenzitu dýchania sme merali na Warburgovom prístroji a vyjadrili v ml CO<sub>2</sub> na g.

## VÝSLEDKY

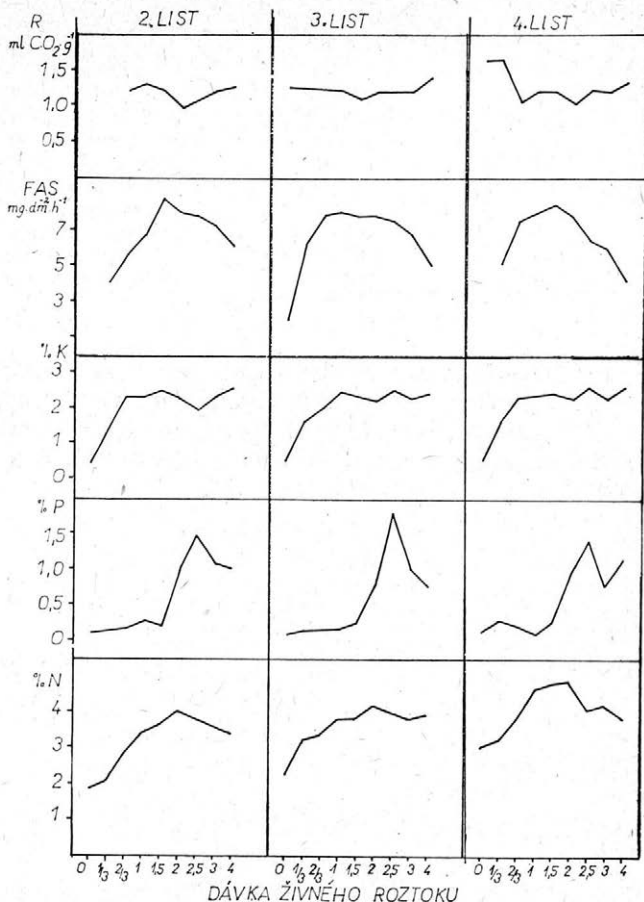
Pri hodnotení účinku minerálnych živín na ľubovoľný proces môžeme ako charakteristiku podmienok výživy použiť koncentráciu živín v substráte alebo v rastline a jej orgánoch. Pri využívaní koncentrácie živín v rastline sa stretávame s úkazom, že akumulácia iónov v pletive je ovplyvňovaná nielen rastovým stavom orgánu, ale i vplyvom koncentrácie živín na príjem iónov. Zvlášť pri vysokých dávkach sa postup jednotlivých iónov do rastliny značne mení. Preto fyziologická interpretácia vplyvu koncentrácie živín v prostredí a v akumuláčnom pletive z hľadiska kvantitatívneho môže byť odlišná.

Pri zvyšovaní koncentrácie živín v prostredí sa celková hmotnosť rastliny zvyšuje (tab. I) až po tzv. optimálnu dávku. Jej prekročením sa rast rastlín inhibuje. Akumulácia živín vo vytvárajenej sušine má pre každý prvok odlišné rýchlosti príjmu a dosycovania pletív jednotlivých orgánov. Maximálny obsah K v listoch (obr. 1) bol pri 1–1,5-násobnej dávke, N pri 2 a P pri 2,5-násobnej dávke živného roztoku. Po prekročení

I. Vplyv stupňovania koncentrácie živín v živnom roztoku na obsah živín v listoch, fotosyntetickú aktivitu listových segmentov (FAS), intenzitu dýchania (R) a hmotnosť nadzemných orgánov – The effect of the gradation of element concentration in the nutrient solution on the content of elements in leaves, on assimilation rate of leaf segments (FAS), on respiration rate (R) and on the weight of above-ground organs

| Dávka živného roztoku | List | Obsah v % |      |      | FAS<br>mg dm <sup>-2</sup><br>h <sup>-1</sup> | R<br>CO <sub>2</sub><br>ml g <sup>-1</sup><br>30' | Hmotnosť<br>nadzem-<br>nej časti<br>v g na<br>rastlinu |
|-----------------------|------|-----------|------|------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                       |      | N         | P    | K    |                                               |                                                   |                                                        |
| 0                     | 3    | 2,28      | 0,11 | 0,57 | 1,9                                           | 1,276<br>1,659                                    | 0,081                                                  |
|                       | 4    | 3,01      | 0,12 | 0,61 |                                               |                                                   |                                                        |
| 1/3                   | 3    | 3,20      | 0,15 | 1,67 | 6,3<br>5,2                                    | 1,269<br>1,662                                    | 0,260                                                  |
|                       | 4    | 3,20      | 0,28 | 1,70 |                                               |                                                   |                                                        |
| 2/3                   | 3    | 3,36      | 0,15 | 2,01 | 7,8<br>7,6                                    | 1,248<br>1,075                                    | 0,264                                                  |
|                       | 4    | 3,76      | 0,20 | 2,35 |                                               |                                                   |                                                        |
| 1                     | 3    | 3,79      | 0,18 | 2,50 | 8,0<br>8,0                                    | 1,224<br>1,203                                    | 0,303                                                  |
|                       | 4    | 4,72      | 0,20 | 2,40 |                                               |                                                   |                                                        |
| 1,5                   | 3    | 3,79      | 0,25 | 2,39 | 7,8<br>8,4                                    | 1,136<br>1,209                                    | 0,274                                                  |
|                       | 4    | 4,80      | 0,28 | 2,46 |                                               |                                                   |                                                        |
| 2                     | 3    | 4,16      | 0,71 | 2,21 | 7,8<br>7,8                                    | 1,207<br>1,053                                    | 0,231                                                  |
|                       | 4    | 4,88      | 0,93 | 2,28 |                                               |                                                   |                                                        |
| 2,5                   | 3    | 4,03      | 1,81 | 2,52 | 7,5<br>6,4                                    | 1,207<br>1,240                                    | 0,231                                                  |
|                       | 4    | 4,04      | 1,44 | 2,63 |                                               |                                                   |                                                        |
| 3                     | 3    | 3,80      | 0,97 | 2,30 | 6,7<br>6,0                                    | 1,207<br>1,233                                    | 0,226                                                  |
|                       | 4    | 4,20      | 0,77 | 2,28 |                                               |                                                   |                                                        |
| 4                     | 3    | 3,92      | 0,77 | 2,40 | 5,0<br>4,2                                    | 1,367<br>1,302                                    | 0,205                                                  |
|                       | 4    | 3,86      | 1,16 | 2,62 |                                               |                                                   |                                                        |

1. Vplyv stúpajúcej dávky živného roztoku na obsah N, P, K v listoch, fotosyntetickú aktivitu listových segmentov (FAS) a intenzitu dýchania (R) — The effect of rising doses of nutrient solution on N, P, K content in the leaves, on the assimilation rate of leaf segments (FAS) and on respiration rate (R)



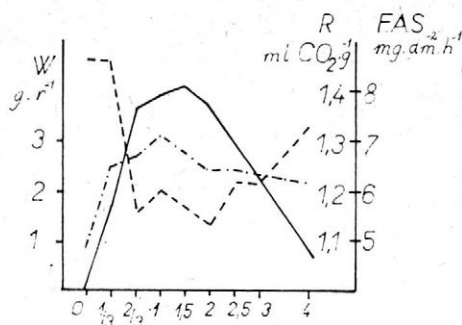
týchto dávok sa obsah K v asimilačnom pletive nemenil, obsah N a P sa znižoval. Krivku prírastku sušiny nesledujú zmeny obsahu každého prvku.

Krivka fotosyntézy so stúpajúcou koncentráciou živín v prostredí má vzostupný trend po určitú dávku. Jej prekročením sa fotosyntetická aktivita (FAS) znižuje. Krivka intenzity dýchania (R) má odlišný priebeh. Pri každom liste je možné pozorovať zníženie R v tej časti koncentračného pásma, pri ktorej sú maximálne hodnoty FAS.

Uvedené ukazuje, že nedostatok či nadbytok živín rozdielne ovplyvňuje fotosynteticko-respiračný mechanizmus listov. Vzťah týchto procesov sa odráža i v akumulácii sušiny. Priemerné hodnoty FAS a R za všetky listy a krivka sušiny v závislosti od obsahu živín v prostredí (obr. 2) ukazuje zhodu medzi FAS a hmotnosťou rastlín v pozitívnom zmysle, zatiaľ čo hodnoty R k obojm procesom sú v negatívnom obraze.

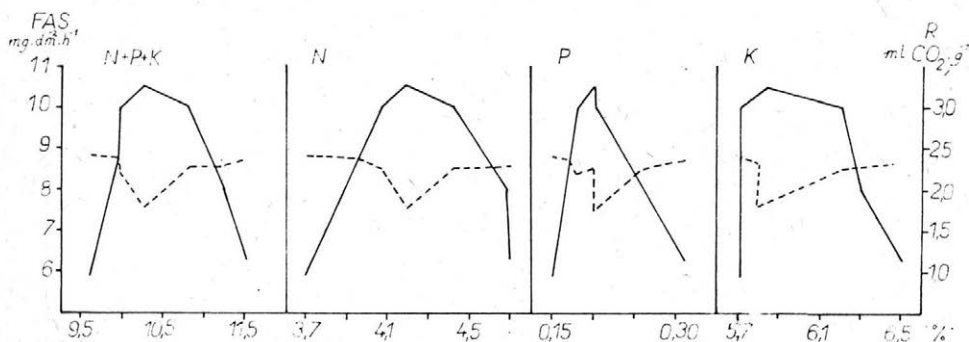
Túto základnú protichodnú tendenciu zmien FAS a R možno interpretovať i vo vzťahu ku koncentrácii živín v asimilačnom pletive (obr. 3). Z hľadiska kvantitatívneho sú však odlišnosti, ktoré v akumulácii živín i vo fotosyntetickej reakcii na obsah živín v liste prináša vek, či rastový stav listov. Napr. maximálne hodnoty FAS 2. a 4. listu boli pri 1,5-násobnej dávke živného roztoku. Koncentrácia N v 2. liste bola 3,6 % a pri





2. Vzťah medzi fotosyntetickou aktivitou listových segmentov (FAS), intenzitou dýchania (R) a hmotnosťou nadzemných častí rastlín (W) (ordinata) pri stúpajúcej koncentrácii živín v substráte (abscisa (FAS —, R — —, W — . —) — The relationship between the assimilation rate of leaf segments (FAS), respiration rate (R) and weight of the above-ground organs of plants (W) (ordinate), with increasing concentrations of elements in the substrate (abscissa)

4. liste 4,8 %. Menšie rozdiely boli pre vzťah maximálnych hodnôt FAS k obsahu K. Vo všetkých meraných listoch maximálne hodnoty FAS boli pri 2,5 % obsahu K v listoch. Fotosyntetická krivka na vzostupnej časti najviac simuluje obsah K v liste. Jej zostupná časť je viacej ovplyvnená zmenami N a P.

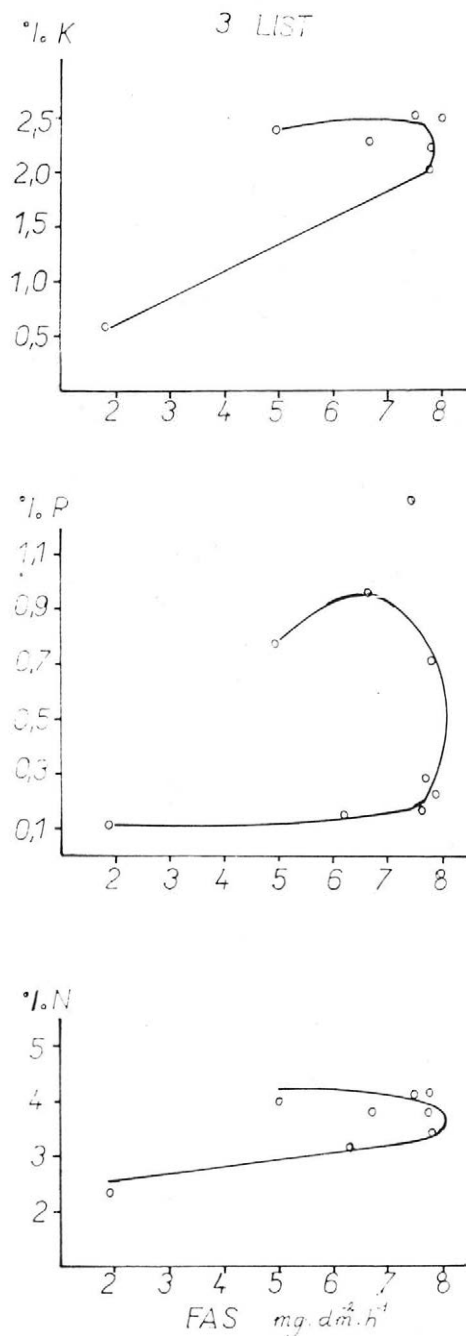


3. Závislosť rýchlosti fotosyntézy (FAS) a intenzity dýchania (R) na obsahu prvkov v liste (abscisa) (FAS —, R — —) — The dependence of assimilation rate (FAS) and respiration rate (R) on the content of elements in the leaf (abscissa)

Pri vysokých dávkach živín musíme brať na zreteľ skutočnosť, že príjem a akumulácia niektorých iónov je brzdená (N, P). Tým dostávame dve rovnaké koncentrácie pre príslušný prvok v tom istom orgáne. Jedna na vzostupnej časti krivky FAS, druhá koncentrácia rovnakej hodnoty, kedy dochádza k zníženiu fotosyntézy. Napr. 2. list má koncentráciu N 3,6 % pri 1,5-násobnej dávke roztoku s hodnotou FAS  $8,7 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Rovnaká koncentrácia N je i pri 3-násobnej dávke živného roztoku, ale s hodnotou FAS  $7,2 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Intenzita dýchania bola rovnaká pri oboch koncentráciách. Znížený podiel tohto listu pri produkcii sušiny je v tomto prípade podmienený znížením hodnoty FAS. Tento stav je možný aj v podmienkach, keď nedochádza k znížovaniu koncentrácie prvku v asimilačnom pletive. Napr. koncentrácia K pri 1,5- a 4-násobnej dávke živného roztoku v 3. liste bola rovnaká — 2,4 %. Hodnota FAS v prvom prípade bola 7,5, v druhom 5,0  $\text{mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . Podobné príklady je možné uviesť aj pre iné listy (tab. I).

Táto skutočnosť sťažuje fyziologickú interpretáciu kvantitatívnej závislosti fotosyntézy od koncentrácie prvku v asimilačnom pletive. Krivka

závislosti má v takýchto podmienkach zložitejší priebeh (obr. 4) a ukazuje, že v tom istom liste môžeme namerať napr. pri koncentrácii 4 % N FAS v rozsahu 5–8, resp. pri obsahu P 0,1 % 2–8 mg  $\text{dm}^{-2}\text{h}^{-1}$ . Priebeh kriviek zároveň ukazuje, že FAS bola najvýraznejšie závislá od koncentrácie draslíka v listoch.



4. Priebeh fotosyntetickej krivky (FAS) (abcisa) v závislosti od koncentrácie N, P a K v asimilačnom pletive – The course of the assimilation curve (FAS) as depending on N, P, K concentration in the assimilative tissue

Z uvedených analýz vyplýva, že koncentračné rozpätie pre optimálny priebeh fotosyntézy listu je veľmi široké. Je určené podmienkami pestovania, procesom príjmu a akumulácie živín z rôznych substrátov, ale i vekom a rastovým stavom rastlín a jej asimilačných orgánov. Pre listy mladých rastlín kukurice bola fotosyntéza stimulovaná pri znížených hodnotách respirácie v koncentračnom rozsahu N 3,6–4,8 %, P – 0,2 až 0,8 % a K<sub>s</sub> 2,2 až 5 %.

## DISKUSIA

Pri hodnotení vplyvu minerálnych živín na fotosyntézu uvažuje N á t r (1972), že účinok každého minerálneho prvku na fotosyntézu sa odráža cez zmeny adsorpcie a distribúcie iných prvkov, alebo cez vplyv na iné metabolické procesy, zvlášť dýchanie, a cez priamy účinok na samotnú fotosyntézu. Naše analýzy potvrdzujú tieto názory. Širšie rozpätie koncentrácie jednotlivých prvkov v asimilačnom pletive pre maximálnu rýchlosť fotosyntézy je vyvolané nielen podmienkami pestovania, vekom rastlín, ale i procesmi ovplyvňujúcimi príjem iónov (anatonizmus, synergizmus a iné). Zvlášť pri vysokých dávkach živín v prostredí sa stretávame so skutočnosťou, že v príjme niektorých iónov sa synergetické vzťahy menia v antagonistické s rozdielnou intenzitou pre jednotlivé prvky. Tým sa obraz o koncentrácii živín a ich pomeroch v asimilačnom pletive z hľadiska podmienok pre priebeh fotosyntézy komplikuje. Výsledný efekt môže byť vyvolaný nadbytkom jedného prvku, alebo nedostatkom toho prvku, ktorého príjem bol potlačený. Naviac N á t r (1972) na príklade fosforu ukazuje na ďalšiu možnosť. Zvýšená akumulácia P v liste môže viazať Fe a výsledný efekt je vyvolaný nedostatkom železa. Za takejto situácie je ťažko určiť faktor (prvok), ktorého vplyv na fotosyntézu bol rozhodujúci. Naše pozorovanie ukazuje, že pri takto rozbilancovanej výžive sa efekt môže druhotne prejavíť cez zvýšenú alebo zníženú respiráciu. Za takýchto podmienok môže fotosyntéza závisieť viac alebo menej od koncentrácie toho alebo oného prvku v asimilačnom pletive. V našom prípade krivka FAS po maximálnu hodnotu sledovala obsah K v liste. Po jej prekročení hodnoty FAS boli viacej limitované obsahom N a P v liste. Peasle a Moss (1966) pozorovali väčšiu zhodu fotosyntézy s koncentráciou K a Mg v listoch kukurice. Tanaka a Jamaguchi (1977) na základe priemerných koncentrácií živín v rôzne starých listoch kukurice ako optimálny obsah pre fotosyntézu stanovili 4 % N, 0,4 % P a 1,5 % K. Optimálne koncentrácie pre fotosyntézu mladých listov kukurice, ktoré sme namerali v našich pokusoch zahŕňujú koncentračné rozpätie udávané spomínanými autormi, s výnimkou obsahu K. Maximálnu FAS sme pri mladých listoch namerali pri vyšších koncentráciách K 2,5–5 %.

Naše pozorovanie nastolilo otázku regulácie intenzity dýchania podmienkami minerálnej výživy. V priaznivých podmienkach je maximálna tvorba sušiny doprevádzaná úmerným znížením dýchania. Minerálne živiny tak utvárajú novú dimenziu vplyvu na produkčný prejav organizmu nielen optimalizáciou fotosyntetickej činnosti, ale i utváraním podmienok pre fyziologicky efektívnejšiu respiráciu.

Priebeh kriviek (obr. 4) pre vzťah medzi obsahom N, P, K a fotosyntézou má podobný obraz ako udávajú Steenbjerg a Jakobsen

(1963) pre vzťah medzi úrodou a koncentráciou živín v rastline. To ukazuje na silný vplyv minerálnych živín na rast prostredníctvom ich vplyvu na fotosyntézu. Na druhej strane sa ukazuje možnosť využiť vzťah medzi koncentráciou živín v pletive a fotosyntézou ako jeden z ukazovateľov fyziologicky vhodných podmienok výživy na produkciu rastlín.

## Literatúra

- ALIJEV, D. A.: Fotosyntetičeskaja dejatel'nost', mineral'noe pitanie i produktivnost' rastenij. Baku 1975.
- BARTA, A. L.: Effect of Nitrogen nutrition on distribution of photosynthetically incorporated  $^{14}\text{CO}_2$  in *Lolium perenne*. Can. J. Bot., 53, 1975, s. 237-242.
- BOTTRILL, D. E. — POSSINGHAM, J. V. — KRIEDEMANN, P. E.: The effect of nutrient deficiencies on photosynthesis and respiration in spinach. Plant and soil, 32, 1970, s. 242-438.
- GEJ, B.: The leaf uptake of  $^{14}\text{CO}_2$  and translocation of  $^{14}\text{C}$ -assimilates in Bean plants grown under conditions of F-, Ca-, or K deficiency. Bull. de L'academie Polonaise des Sciences series des sciences biologiques., 11, 1972, s. 803-808.
- NÁTR, L.: Influence of mineral nutrients on photosynthesis of higher plants. Photosynthetica, 6, 1972, s. 80-89.
- PEASLEE, D. E. — MOSS, D. N.: Photosynthesis in K and Mg-deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 30, 1966, s. 220-223.
- STEENBERG, F. — JAKOBSEN, S. T.: Plant nutrition and yield curves. Soil Sci., 95, 1963, s. 69-88.
- TANAKA, A. — JAMAGUCHI, J.: Dry matter production, yield components and grain yield of the maize plant. Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University, 57, 1977, s. 71-132.
- TERRY, N. — ULRICH, A.: Effects of phosphorus deficiency on the photosynthesis and respiration of leaves of sugar beet. Plant Physiol., 51, 1973, s. 43-47.
- WATANABE, H. — YOSHIDA, S.: Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on photophosphorylation in rice in relation to the photosynthetic rate of single leaves. Soil Science and Plant nutrition, 4, 1970, s. 163-166.
- ŽAKOTE, A.: Mineral'noe pitanie i aktivnost' fotosyntetičeskogo aparata rastenij. Kišinev 1974, 155 s.

Došlo dňa 2. 3. 1977

РЕПКА, Й. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Влияние минерального питания на фотосинтез, дыхание и рост растений. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 733-740.

На основе кривой фотосинтеза, дыхания и накопления сухого вещества надземными органами объясняется влияние растущей концентрации минеральных питательных веществ в питательной среде и ассимиляционной ткани на скорость этих процессов. Описывается обратная тенденция фотосинтетической и респираторной активности листьев в зависимости от изменений концентрации питательных веществ в питательном растворе и в листьях. При недостатке и избытке питательных веществ фотосинтетическая активность понижается и растет респирация листьев. В концентрационной зоне, оптимальной для аккумуляции сухого вещества, минеральные питательные вещества стимулируют фотосинтез и понижают интенсивность дыхания. Приводится эффект минеральных питательных веществ на рост посредством их действия на пониженную интенсивность дыхания.

концентрация питательных веществ; фотосинтез; респирация; рост; ростки кукурузы

РЕПКА, J. (University of Agriculture, Nitra): The Effect of Mineral Nutrition on Photosynthesis, Respiration and Growth in Plants. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 733-740.

The effect of mineral elements concentration both in the nutrient solution and in the assimilative tissues on the rates of photosynthesis, respiration and dry matter accumulation by the above-ground organs is explained on the basis of the curves for these processes. Antagonistic tendencies of assimilation and respiration rates are described, in dependence on changes in the concentration of elements in the

solution and in leaves. In cases of a deficit or excess of nutrients, the assimilation rate is low and the respiration rate of the leaves is high. In the concentration range of the optimum for the accumulation of dry matter, mineral nutrients stimulate assimilation and reduce respiration rate. The effect of mineral nutrients on growth is demonstrated, as mediated by their action on the reduction of respiration rate. nutrient concentration; assimilation; respiration; growth; young maize plants

REPKA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Einfluß der Mineralnährstoffe auf Photosynthese, Atmung und Wachstum bei Kulturpflanzen*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 733-740.

Aufgrund der Kurve für Photosynthese, Atmung und Akkumulation der Trockensubstanz durch oberirdische Organe wird der Einfluß von ansteigender Mineralnährstoffkonzentration in der Nährlösung und im Assimilationsgewebe auf Geschwindigkeit dieser Prozesse erklärt. Es wird die gegensätzliche Tendenz bei photosynthetischer und Respirationsaktivität der Blätter in Abhängigkeit von Veränderungen in der Nährstoffkonzentration in der Nährlösung und in den Blättern beschrieben. Bei einem Mangel und einem Überfluß an Nährstoffen erfolgt eine geringe photosynthetische Aktivität und eine starke Respiration der Blätter. In dem für Trockensubstanzakkumulation optimalen Konzentrationsbereich wird durch Mineralnährstoffe die Photosynthese stimuliert und die Atmungsintensität verringert. Es wird die Einwirkung der Mineralnährstoffe auf das Wachstum durch ihren Einfluß auf verringerte Atmungsintensität demonstriert.

Nährstoffkonzentration; Photosynthese; Respiration; Wachstum; junge Maispflanzen

---

Adresa autora:

Doc. ing. Jozef Repka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

---



# DYNAMIKA OBSAHU FOSFORU A TVORBA SUŠINY V ONTOGENEZE JARNÍHO JEČMENE

J. Kupka, V. Novák, J. Lipavský

KUPKA, J. — NOVÁK, V. — LIPAVSKÝ, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha - Suchdol): *Dynamika obsahu fosforu a tvorba sušiny v ontogenezi jarního ječmene*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 741-744.

V dvouletém polním pokusu s jarním ječmenem (*Hordeum sativum* L.) odrůdy 'Dvoran' byla v ontogenezi sledována tvorba sušiny a dynamika obsahu fosforu. Vzájemná konkurence rostlin byla snížena na nejmenší míru nízkou hustotou porostu (1,74 a 0,69 mil. rostlin na ha). Ukázalo se, že rostliny s větším obsahem fosforu v sušině ( $\text{mg g}^{-1}$ ) v období do počátku sloupkování vyprodukovaly více celkové nadzemní sušiny i sušiny zrna. Hmotnost sušiny vytvořená do počátku sloupkování neovlivnila konečnou hmotnost ani hmotnost sušiny zrna. Stejně tak množství nahromaděného fosforu do počátku sloupkování neovlivnilo celkovou sušinu a sušinu zrna na konci vegetace.

ječmen; ontogeneze; hmotnost sušiny; koncentrace fosforu; obsah fosforu

Požadavky rostliny na minerální výživu se mění v závislosti na fázi ontogeneze, přírodních a klimatických podmínkách a celé řadě dalších faktorů. K vyřešení této problematiky se můžeme nejvíce přiblížit prostřednictvím samotné rostliny. Je všeobecně známo, že vysoké výnosy mohou poskytnout pouze ty rostliny, které mají optimální obsah živin. Velký význam při tvorbě výnosů obilovin má z minerálních látek fosfor. Významně se podílí na výnosu zrna, zejména u ječmene. Proto jsme studovali příjem a využití tohoto prvku v průběhu ontogeneze jarního ječmene.

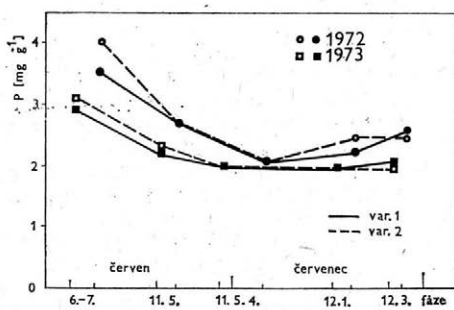
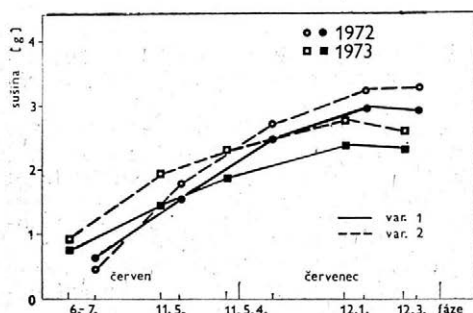
## MATERIÁL A METODY

Pokusy proběhly na pozemku Vysoké školy zemědělské v Praze. Půda na pozemku je degradovaná černozem na karbonátové spraši, hlinitá s dobrou zásobou hlavních živin. Pozemek jsme v průběhu pokusu nehnůjili. Pokusnou rostlinou byl jarní ječmen (*Hordeum sativum* L.), odrůda 'Dvoran'. Je to středně vysoký ječmen odolný proti poléhání se středně dlouhým klasem. Ječmen byl pěstován na pozemku o rozloze 200 m<sup>2</sup>. Obilky jsme vyseli ručně, čtyři opakování pro každou variantu. Ve snaze snížit konkurenci o živiny a vodu na nejmenší míru jsme zvolili v obou letech (1972 a 1973) hustotu porostu 1,74 mil. rostl. na ha (1. varianta) a 0,69 mil. rostl. na ha (2. varianta). Vzorky jsme odebírali postupně v různých fázích vývoje podle Feeekesovy stupnice. Pro stanovení obsahu fosforu jsme odebírali na počátku sledovaného období 100, později 50 rostlin z každého opakování a oddělili odnože a hlavní stéblo. Hlavní stéblo jsme rozdělili na kořeny, stéblo, klas, listy a pochvy. Z každého opakování jsme dále odebrali 10 rostlin pro stanovení hmotnosti sušiny (celkové i jednotlivých orgánů) a obsahu fosforu v celé nadzemní části hlavního stébela. Po homogenizaci jsme vzorky mineralizovali podle Baiera (1972) a pracovních postupů ÚKZÚZ v Praze. Fosfor jsme stanovili fotokolorimetricky jako fosfomolybdenovanadičnanový komplex žlutého zbarvení při 440 nm.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Hmotnost sušiny rostliny narůstala u obou variant v obou ročních až do mléčné zralosti (obr. 1). Poté došlo ke stagnaci, eventuálně k mírnému úbytku sušiny. Maximální přírůstky sušiny jsme zjistili v období od počátku sloupkování do metání, což bylo zejména patrné u druhé varianty. V roce 1972 u první varianty činil přírůstek sušiny v tomto období

30 % a u varianty druhé 41 %, z celkové sušiny; v roce 1973 29 % a 38 %. Od počátku vegetace do metání – kvetení se vytvořilo v roce 1972 53 %, resp. 55 % sušiny a v roce 1973 62 %, resp. 73 % sušiny. K poměrně značné tvorbě sušiny došlo ještě v období od počátku tvorby zrna do konce mléčné zralosti. V této době se již převážná část asimilátů ukládala do zrna.



1. Hmotnost sušiny (g) nadzemní části hlavního stébka jedné rostliny v průběhu ontogeneze; fáze 6.7. počátek sloupkování, 11.5. metání – kvetení, 11.5.4. počátek tvorby zrna, 12.1. mléčná zralost, 12.3. plná zralost – Dry matter weight (g) of the above-ground part of the main stalk of a plant in the course of ontogenesis; stages: 6.7. beginning of shooting, 11.5. earing – flowering, 11.5.4. beginning of grain development, 12.1. milk ripeness, 12.3. full ripeness

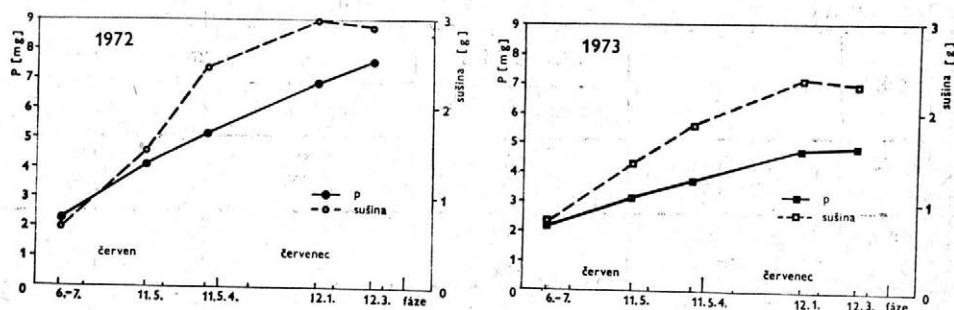
2. Změny v obsahu fosforu ( $\text{mg g}^{-1}$ ) v sušině nadzemní části hlavního stébka v průběhu ontogeneze (fáze viz obr. 1) – Changes in phosphorus content ( $\text{mg g}^{-1}$ ) in above-ground dry matter of the main stalk in the course of ontogenesis (for stages see Fig. 1)

Růstové křivky (přírůstky hmotnosti sušiny) měly v obou pokusných letech u obou variant podobný průběh. Rozdíl mezi variantami ve stejném roce nebyl v charakteru (průběhu) křivek, ale v určitém posunu po ordinátě, daném větší hmotností sušiny jedné rostliny u druhé varianty. Ročníky se lišily v průběhu růstových křivek posunem v časové ose. Tento posun byl způsoben různou délkou vegetační doby v ročnících. Vliv ročníku se projevil též v celkové hmotnosti sušiny jedné rostliny.

Obsah fosforu v sušině nadzemní části hlavního stébka klesal u obou variant v obou ročnících až do počátku tvorby zrna. V roce 1973 na této hladině setrval až do konce vegetace, v roce 1972 došlo v mléčné zralosti ke zvýšení obsahu fosforu. Nejprudší pokles jsme zaznamenali v období od počátku sloupkování do metání. Zvýšení obsahu fosforu v mléčné zralosti v roce 1972 je obtížné uspokojivě vysvětlit. Nejpravděpodobnější příčinou se zdá být vyšší aktivita ještě poměrně velké asimilační plochy ve srovnání s rokem 1973 (v roce 1972 u první varianty  $73 \text{ cm}^2$ , u druhé varianty  $98 \text{ cm}^2$  a v roce 1973 pouze  $13 \text{ cm}^2$  a  $23 \text{ cm}^2$ ).

Z průběhu změn obsahu fosforu v nadzemní části hlavního stébka (obr. 2) lze usuzovat, že charakter těchto změn nebyl ovlivněn ročníkem (klimatickými podmínkami), ale ontogenezí rostliny. Vliv ročníku se projevilo pouze v obsahu fosforu, který byl v roce 1972 všeobecně vyšší a v posunu v časové ose způsobeném různou délkou vegetační doby v ročnících.

Porovnáme-li křivky nárůstu sušiny (obr. 1) s křivkami poklesu obsahu fosforu (obr. 2), je zřejmé, že prudkému nárůstu sušiny v období od sloupkování do metání odpovídá prudký pokles obsahu fosforu (koncentrace) v 1 g sušiny. Pozvolnému nárůstu sušiny v dalších fázích pak odpovídá i pozvolný pokles obsahu fosforu. Rozdíl je pouze v tom, že nárůst sušiny trvá až do mléčné zralosti, pokles obsahu fosforu pouze do počátku tvorby zrna.



3. 4. Nárůst hmotnosti sušiny (g) a obsahu fosforu (mg) v nadzemní části hlavního stébka jedné rostliny v průběhu ontogeneze (fáze viz obr. 1) — Dry matter weight increment (g) and the increment of phosphorus content (mg per main stalk) in the above-ground part of the main stalk of a plant in the course of ontogenesis (for stages see Fig. 1)

Nárůst sušiny a obsahu fosforu (mg) v nadzemní části hlavního stébka jedné průměrné rostliny byly ve sledovaném období ontogeneze v úzkém vztahu (obr. 3, 4). V roce 1972 i 1973 narůstala u první varianty sušina i obsah fosforu v celé nadzemní části hlavního stébka až do mléčné zralosti. Od mléčné do plné zralosti se sušina nepatrně snížila, nárůst obsahu fosforu pokračoval. Do období sloupkování nahromadila jedna rostlina v roce 1972 a 1973 přibližně stejný obsah fosforu 2,27 mg a 2,20 mg. (Vyjádřeno v procentech z celkového množství nahromaděného fosforu na konci vegetace to je 30 a 45 %.) Do konce vegetace však nahromadila jedna rostlina v roce 1972 7,56 mg fosforu, v roce 1973 pouze 4,87 mg. Přibližně za první třetinu vegetace nahromadily rostliny v roce 1972 asi jednu třetinu, v roce 1973 téměř polovinu z celkového obsahu fosforu na konci vegetace.

Hmotnost sušiny hlavního stébka jedné rostliny byly v období sloupkování v roce 1972 0,649 g (22 %), v roce 1973 0,760 g (33 %). Na konci vegetace však byla hmotnost sušiny v roce 1972 2,907 g a v roce 1973 2,318 g. V období sloupkování byla tedy hmotnost sušiny hlavního stébka jedné rostliny v roce 1972 nižší než v roce 1973, množství nahromaděného fosforu bylo prakticky stejné. V roce 1972 však byla na konci vegetace hmotnost sušiny biomasy nadzemní části hlavního stébka i zrna a množství nahromaděného fosforu podstatně vyšší než v roce 1973 (tab. I).

Z výsledků našich pokusů vyplývá, že ani hmotnost sušiny nadzemní části hlavního stébka vytvořená do sloupkování, ani množství nahromaděného fosforu za stejné období neovlivnilo hmotnost sušiny nadzemní části hlavního stébka, ani hmotnost sušiny zrna a množství nahromaděného fosforu na konci vegetace. Z hlediska tvorby celkové sušiny i sušiny zrna byl rozhodující obsah fosforu v mg g<sup>-1</sup> sušiny (koncentrace) v období

do počátku sloupkování. Rostliny, které měly v tomto období větší obsah fosforu, vyprodukovaly v obou letech i variantách více celkové sušiny i sušiny zrna.

I. Srovnání obsahu fosforu v sušině nadzemní části hlavního stébela na počátku sloupkování a hmotnosti sušiny nadzemní části a zrna hlavního stébela v plné zralosti — Comparison of the phosphorus content in the dry matter of the above-ground part of the main stalk at the beginning of shooting and of the dry matter weight of the above-ground part and grain of the main stalk at full ripeness

| Rok  | Fáze        | Sloupkování                   | Plná zralost     |                 |
|------|-------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
|      |             | obsah P (mg g <sup>-1</sup> ) | sušina n. č. (g) | sušina zrna (g) |
| 1972 | 2. varianta | 4,0                           | 3,254            | 1,430           |
|      | 1. varianta | 3,5                           | 2,907            | 1,284           |
| 1973 | 2. varianta | 3,1                           | 2,611            | 1,203           |
|      | 1. varianta | 2,9                           | 2,318            | 1,054           |

## Literatura

BAIER, J.: Sledování stavu výživy polních plodin anorganickými rozborů rostlin. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. ČSAZ, ÚVTI, 1972.  
KUPKA, J. et al.: Příjem a distribuce fosforu ve vztahu k energetickému metabolismu. [Závěrečná zpráva dílčího úkolu VI-2-7/14.] Praha, 1975.

Došlo dne 2. 3. 1977

КУПКА, Й. — НОВАК, В. — ЛИПАВСКИЙ, Я. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол): Динамика содержания фосфора и образование сухого вещества в онтогенезе ярового ячменя. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 741-744.

В двухлетнем полевом опыте с яровым ячменем (*Hordeum sativum* L.) сорта 'Дворан' изучались образование сухого вещества и динамика содержания фосфора в онтогенезе. Взаимная конкуренция растений была уменьшена до минимума низкой густотой стеблестоя (1,47 и 0,69 млн. растений на га). Оказалось, что растения с повышенным содержанием фосфора в сухом веществе (мг/г) в начале выхода в трубку давали больше общего надземного сухого вещества и сухого вещества зерна. Масса сухого вещества, образовавшаяся в начале выхода в трубку, не влияла ни на окончательную массу, ни на массу сухого вещества зерна. Точно так же количество накопленного фосфора в начале выхода в трубку не влияло ни на общее сухое вещество, ни на сухое вещество зерна в конце вегетации.

ячмень; онтогенез; масса сухого вещества; «концентрация» фосфора; содержание фосфора

KUPKA, J. — NOVÁK, V. — LIPAVSKÝ, J. (University of Agriculture, Praha - Suchdol): Dynamics of Phosphorus Content and Dry Matter Production in the Ontogenesis of Spring Barley. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 741-744.

A two-year trial was performed with spring barley (*Hordeum sativum* L.) of the 'Dvoran' variety to study the production of dry matter and the content of phosphorus in the course of ontogenesis. The competition of the plants was reduced to the minimal degree by means of low stand density (1.47 and 0.69 mil. plants per ha). The plants having a higher phosphorus content in dry matter (mg g<sup>-1</sup>) in the period up to the beginning of shooting produced more total above-ground dry matter and grain dry matter. The weight of the dry matter produced up to the beginning of shooting did not affect either the final weight or grain dry matter weight. Similarly, the amount of phosphorus accumulated before the beginning of shooting did not influence either total dry matter or grain dry matter at the end of vegetation.

barley; ontogenesis; dry matter weight; phosphorus "concentration"; phosphorus content

## Adresa autorů:

Doc. ing. Josef Kupka, CSc., doc. ing. Vratislav Novák, CSc., Jan Lipavský, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchdol

# ZMĚNY RESPIRACE LISTŮ OKUREK ÚČINKY CHLADU NA INTAKTNÍ ROSTLINY

V. Segefa, E. Hudečková

SEGEŤA, V. — HUDEČKOVÁ, E. (Výzkumné ústavy rostlinné výroby, Praha - Ruzyně): *Změny respirace listů okurek účinky chladu na intaktní rostliny*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 745-751.

Ovlivnění intaktních mladých rostlin okurek nízkými teplotami nad bodem mrazu vyvolalo snížení rychlosti příjmu kyslíku i energetické efektivity dýchání listových čepelí. Na stress reagovala citlivěji energetická efektivnost dýchání, hodnocená podle rozsahu stimulace dýchání po infiltraci pletiv DNP. Při nižší teplotě nebo delším působení chladu se zvyšovala nejen deprese obou charakteristik systému dýchání, nýbrž současně vzrůstal vodní sytostní deficit listů. Významná korelace mezi změnami dýchání a aktuální úrovní vodního sytostního deficitu v čepelích listů svědčí o tom, že chlad *per se* není primární příčinou zjištěných poruch. Pokud nedošlo k úplnému rozpáření oxidace a fosforylace, měly zjištěné poruchy reverzibilní charakter, o čemž svědčí hodnoty dýchání i hydratace pletiv stanovené po krátkém působení příznivých podmínek.

okurky; poškození chladem; příjem kyslíku; energetická efektivnost dýchání; vodní sytostní deficit

Déle trvající periody nízkých teplot nad bodem mrazu působí často značné ekonomické ztráty na porostech teplobytných plodin. Jejich poškození je v nynější době nejčastěji vysvětlováno přímými účinky chladu na metabolismus.

Rada autorů (Žolkevič, 1955, 1968; Shiki a Uritani, 1956; Lieberman et al., 1958; Lewis, 1961; Kisljuk, 1964; Lyons et al., 1964; Lyons a Raison, 1970; Stewart a Guin, 1969; Ohashi a Uritani, 1972; Yamaki a Uritani, 1972) zjistila, že chlad vyvolává jak změny fyzikálního stavu a složení protoplazmatických membrán, tak poruchy enzymatických systémů mitochondrií. Ty působí depresi fosforylace a narušení energetické bilance buněk a pletiv.

V uvedených studiích metabolického poškození rostlin, rozvíjejících ostatně původní hypotézu Molische (1897), sloužily jako experimentální materiál převážně pletiva a orgány z plodů nebo zásobních orgánů teplobytných rostlin. Uvedené změny byly pozorovány často až po velmi dlouhém působení chladu.

V této práci jsme se snažili zjistit změny systému dýchání působené v listových čepelích, když intaktní rostliny okurek byly vystaveny různou dobu odstupňovaným teplotám nad bodem mrazu.

## MATERIÁL A METODY

Pokusy jsme prováděli s polními okurkami nakládačkami odrůdy 'Bílská'. Rostliny byly předpěstovány v květináčích (průměr 8 cm) naplněných směsí kompostové zeminy a rašeliny. Po třech až čtyřech týdnech kultivace ve skleníku jsme vybírali potřebný počet rostlin ve fázi dvou listů o přibližně stejné ploše. Během experimentu byly květináče postaveny v misách s 0,5–1,0 cm sloupcem vody, aby bylo zajištěno



dobré nasycení substrátů vodou. Pro realizaci nižších teplotních podmínek byly rostliny přeneseny do chladících komor s příslušnou teplotou a tam ponechány určitou dobu buď v temnotě, nebo pod osvětlovacími zářivkovými rámy (10 trubíc 60 W a 12 nízkowatových žárovek o celkové intenzitě 3000 L). V pokusech sledujících restituci dýchání po ovlivnění chladem byly nádoby přeneseny do termostatu (20 °C) pod osvětlovací rámy nebo do tmy.

Jako kontrolní variantu jsme používali rostliny odebrané ze skleníku na počátku pokusu. V některých krátkodobějších pokusech jsme kontrolní rostliny umísťovali do tmy při 15 °C. Intenzitu dýchání listů jsme měřili Warburgovou manometrickou metodou (Kleinzeller et al., 1954). Do jedné baničky byl umístěn soubor 30 terčíků (s. v. 0,03–0,04 g) odebraných z listů téže inzerce 3–5 rostlin. Jedna varianta byla představována 3–4 paralelními určeními  $Q_{O_2}$  nebo  $Q_{CO_2}$ . Hodnoty spotřeby  $O_2$  nebo výdeje  $CO_2$  za hodinu jsme přepočítali na 1 g sušiny.

Energetickou efektivnost dýchání jsme hodnotili podle stupně stimulace dýchání  $1 \cdot 10^{-4}$  M roztokem 2,4-dinitrofenolu (DNP), který jsme infiltrovali podobně jako Žolkevič et al. (1962), ve srovnání se vzorky paralelně infiltrovanými vodou.

Intenzitu výměny plynů jsme sledovali dvě hodiny při teplotě 20 °C, resp. 25 °C. VSD jsme určovali metodou Čatského (1967) nebo jsme jej vypočítávali z procentického obsahu vody v neinfiltrovaných vzorcích pomocí regresního koeficientu vymezeného z velkého počtu sledování.

## VÝSLEDKY

Terčíky, vysekané z listových čepelí rostlin, které byly 4–20 hodin vystaveny na světle účinku 2 °C, jevíly (tab. I) ve srovnání s rostlinami vedenými při 20 °C výrazně sníženou výměnu plynů až po 16hodinovém a delším působení chladu. Fakt, že intenzita výměny plynů u rostlin umístěných po stresu chladu po dobu tří hodin v příznivých podmínkách vzrůstá, prokazuje reverzibilní charakter změn systému dýchání. O tom, že na změnách intenzity dýchání vlivem chladu se významně podílejí změny hydratace pletiv, svědčí vzestup hodnot VSD s prodloužením trvání stresu chladu.

Změny rychlosti příjmu  $O_2$  a energetické efektivnosti dýchání listových čepelí vlivem délky expozice intaktních rostlin okurek ve tmě při 7 °C a 2 °C demonstrují křivky na obr. 1. Vyšší teplota v podstatě nemění intenzitu dýchání a teprve její delší (5denní) účinky snižují stimulační

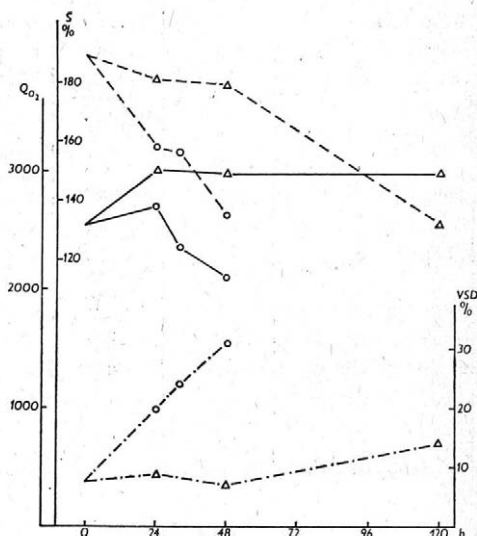
I. Vliv délky expozice rostlin okurek za teploty 20 °C a 2 °C na světle na intenzitu výměny plynů ( $\mu l O_2$  resp.  $CO_2 g^{-1} s. h. h^{-1}$ ), RQ a VSD 2. listu – The effect of the length of the exposure of cucumber plants to the temperatures of 20 °C and 2 °C on the rate of gas exchange ( $\mu l O_2$  and/or  $CO_2 g^{-1} d. m. h^{-1}$ ), RQ and WSD of the second leaf

| Varianta         | °C | $Q_{O_2}$ | $Q_{CO_2}$ | RQ   | VSD   |
|------------------|----|-----------|------------|------|-------|
| 4 hod.           | 20 | 2124      | 1993       | 0,88 | —     |
|                  | 2  | 2276      | 2204       | 0,91 | 26,0  |
| 16 hod.          | 20 | 1998      | 1614       | 0,96 | 11,60 |
|                  | 2  | 2137      | 2058       | 0,81 | 41,29 |
| 20 hod.          | 20 | 2049      | 1619       | 0,79 | 6,35  |
|                  | 2  | 1267      | 876        | 0,69 | 39,15 |
| 20 hod. + 3 hod. | 20 | 1925      | 1830       | 0,95 | 35,65 |

vliv DNP na dýchání. Pokles příjmu  $O_2$  nastává sice po delší expozici rostlin při  $2^\circ C$ , energetická efektivnost dýchání je však snížena již po 24 hodinách působení takového stressu.

Přestože deprese obou charakteristik dýchání listových čepelí nastávají dříve a jsou tím výraznější, čím nižší teplotě byly rostliny vystaveny, nutno mít současně na zřeteli, že v takových případech došlo v čepelích k výraznému růstu VSD. Zřetelnější je souvislost VSD s procenty stimulace dýchání DNP než s rychlostí příjmu  $O_2$ .

1. Časový průběh změn rychlosti příjmu kyslíku ( $Q_{O_2} - \mu l O_2 g^{-1} s. h. h^{-1}$ ) (—), stimulace dýchání DNP ( $S\%$ ) (---) a hodnot VSD (---) účinky expozice intaktních rostlin okurek při  $7^\circ$  ( $\Delta$ ) nebo při  $2^\circ$  ( $\circ$ ) — The time course of changes in the oxygen uptake rate ( $Q_{O_2} - \mu l O_2 g^{-1} d. m. h^{-1}$ ), stimulation of respiration by DNP ( $S\%$ ) (---) and values of WSD (---), affected by the exposure of intact cucumber plants to  $7^\circ$  ( $\Delta$ ) or to  $2^\circ$  ( $\circ$ )



Interakce změn vodní bilance se v jiných pokusech projevila při delší expozici rostlin za nižších teplot též v tom, že listy těže inzerce jednotlivých rostlin každé varianty jeví vizuálně rozdílnou ztrátu turgoru.

Této skutečnosti jsme využili v pokusu, ve kterém byly rostliny okurek (fáze tří listů) vystaveny v temnotě 48 a 72 hodin vlivu teploty  $2^\circ C$  resp.  $7^\circ C$  a 96 hodin teploty  $5^\circ C$ . Část rostlin každé varianty byla po skončení účinků chladu přenesena do termostatu a při  $20^\circ C$  a temnotě ponechána 24 hodin. U každé varianty jsme rozřídili čepel druhého listu do tří skupin: a) čepel zavadlé po celé ploše, b) čepel jeví jen malou ztrátu turgoru, c) čepel nejeví změny hydratace. Z každé skupiny čepelí byly vysekány terčíky jak pro hodnocení respirace, tak určení úrovně VSD.

Jak je patrné z tab. II, byly deprese obou charakteristik dýchání listů nepřímě úměrně trvání a úrovni teploty, při které byly intaktní rostliny exponovány. Jednodenní pobyt rostlin v příznivých teplotních podmínkách vedl u čepelí téměř všech variant ke zvýšení příjmu  $O_2$  i energetické efektivnosti dýchání.

Získané údaje současně prokazují, že skupiny čepelí rozlišené v rámci rostlin každé varianty podle vizuálně zřetelné ztráty turgoru a mající průkazně rozdílný VSD, jeví úměrnou depresi jak příjmu kyslíku, tak energetické efektivnosti dýchání. Ačkoliv listy, u kterých úroveň navoženého VSD nepřesáhla 20 %, vykazovaly často vyšší příjem  $O_2$  než čepel rostlin kontrolních, došlo u nich k zřetelnému snížení efektivnosti dý-

II. Vliv délky expozice při 2 °C a 5 °C na dýchání a VSD 2. listu rostlin ihned po zásahu a po 24 hodinách ve tmě při 20 °C — The effect of the length of exposure to 2 °C and 5 °C on respiration and WSD of the 2nd leaf of plants immediately after treatment and after 24 hours in darkness at 20 °C

| Zásah            |      | Část<br>čepel | Ihned po zásahu |              |      | Po 24 hod. při 20 °C |              |      |
|------------------|------|---------------|-----------------|--------------|------|----------------------|--------------|------|
| teplota<br>°C    | hod. |               | QO <sub>2</sub> | %<br>stimul. | VSD  | QO <sub>2</sub>      | %<br>stimul. | VSD  |
| Kontrola<br>2 °C | 48   | a             | 1710            | 150          | 6,4  |                      |              |      |
|                  |      | b             | 638             | 94           | 48,6 | 1555                 | 160          | 18,9 |
|                  |      | c             | 1064            | 107          | 39,0 | 2503                 | 123          | 12,9 |
|                  | 72   | a             | 1297            | 130          | 29,9 | 2349                 | 141          | 10,2 |
|                  |      | b             | 431             | 94           | 52,9 | —                    | —            | —    |
|                  |      | c             | 826             | 92           | 49,0 | 1456                 | 135          | 30,2 |
| 5 °C             | 72   | a             | 1659            | 118          | 21,4 | 1613                 | 153          | 20,5 |
|                  |      | b             | 1671            | 110          | 23,4 | 2037                 | 117          | 14,9 |
|                  |      | c             | 1917            | 121          | 20,4 | 1801                 | 163          | 13,4 |
|                  | 96   | a             | 1772            | 138          | 14,3 | 2082                 | 162          | 9,4  |
|                  |      | b             | 527             | 95           | 40,3 | 532                  | 75           | 48,7 |
|                  |      | c             | 1020            | 108          | 37,4 | 1828                 | 154          | 16,9 |
|                  |      | c             | 1863            | 134          | 17,3 | 1889                 | 147          | 15,1 |

chání. Když VSD dosáhl 40–50 %, byl výrazně snížen příjem O<sub>2</sub> a DPN výměnu plynů vůbec nestimuloval.

U takových rostlin za následujících příznivých podmínek se jen zčásti zlepšily hodnoty charakteristik systému dýchání a vyrovnal VSD čepelí. V listech, jevících po ovlivnění rostlin chladem jen slabě zavadnutí, se za vyšší teploty VSD sice snížil, nedošlo však k jeho úplnému vyrovnání. Rychlost příjmu O<sub>2</sub> pletivy takových čepelí přesáhla sice v některých případech úroveň rostlin kontrolních, ale energetická efektivnost dýchání zůstala nižší.

Výsledky pokusu umožňují hodnotit změny dýchání listů z hlediska intenzity stresu chladu (určené trváním a teplotou), kterému byly rostliny vystaveny. Protože však v rámci každé varianty dílčího stresu bylo možné rozlišit rostliny s rozdílným rozsahem zřetelných poruch, definovaných pak i úrovní navozeného VSD, nabízí získaný materiál možnost ověřit, zda změny systému dýchání listových čepelí nesouvisí s poruchami jejich hydratace.

Jestliže jsme užili hodnoty stanovené v čepelích jak bezprostředně po ukončení účinku chladu na intaktní rostliny, tak po jednodenním jejich umístění v příznivých podmínkách, prokazuje  $r = 0,75$  významnou korelaci energetické efektivnosti dýchání s úrovní existujícího VSD. Ačkoliv deprese příjmu kyslíku ihned po ukončení stresu chladu odpovídá přibližně změně hydratace čepelí, nebyl prokázán významný lineární vztah užitých charakteristik obou systémů.

Změny aktivity systému dýchání pletiv teplobytných rostlin jsou středem pozornosti mnoha autorů (jak je předesláno v úvodu) snažících se vysvětlit mechanismus chladem způsobených poškození rostlin nebo jejich orgánů. Výsledky podrobných studií provedených s plody nebo rezervními orgány teplobytných rostlin však naznačily, že poruchy respirace jsou důsledkem rychlých primárních změn fyzikálních stavů a chemického složení buněčných membrán. Ačkoliv u uvedených objektů je tato otázka důležitá spíše z hlediska jejich skladování v chladu než rizika jejich poškození nízkými teplotami v přirozených podmínkách a jejich struktura i chemické složení se výrazně liší od rostoucích organismů, souhlasí uvedený závěr s názorem Christiansena (1971) vyvozeným z experimentů s embryi a klíčními rostlinami bavlíku.

Naše pokusy prokázaly, že v listových čepelích rostlin okurek vystavených chladu klesá rychlost příjmu  $O_2$  i energetická efektivnost dýchání. Deprese obou charakteristik systému respirace jsou tím větší, čím intenzivnějšímu stressu chladu byly rostliny vystaveny.

Tyto závěry není možné však považovat za potvrzení správnosti názoru, že chlad *per se* je příčinou uvedeným způsobem definovaných metabolických poškození ve smyslu Lyonse et al. (1964). Hodnoty současně zjištěného VSD svědčí o tom, že ve všech případech vedly účinky chladu na intaktní rostliny k výrazným změnám vodní bilance listových čepelí. Čím intenzivnějšímu stressu chladu byly intaktní rostliny vystaveny, tím vyšší byly hodnoty VSD.

Zvláště zřetelná byla souvislost změn aktivity dýchání s vodní bilancí pletiv listu, když byly v každé variantě stressu rozlišeny čepěle podle rozsahu ztráty turgoru (a tedy úrovně aktuálního VSD). Podobnou heterogenitu důsledků chladu jsme konstatovali (Segeta a Millková, 1975) též při hodnocení vlivu nízkých teplot na aktivitu fotosyntézy.

Zjistili jsme, že po ukončení stressu se během poměrně krátkého trvání příznivých podmínek rychlost příjmu  $O_2$  i rozsah stimulace dýchání DNP opět zvýší. Zvláště tehdy, když účinky na dýchání i vodní bilanci nepřesáhly určitou mez. Reverzibilní charakter poruch dýchání závisí spíše na tom, zda současně způsobený VSD nepřesáhl 40–50 % a v pozásahové periodě došlo alespoň k částečnému jeho vyrovnání.

Růst rychlosti příjmu  $O_2$  čepelí listu po skončení stressových podmínek nad úroveň zjištěnou u variant kontrolních zjistil Žolkevič (1955) a Kušnirenko (1961). V našich pokusech byl patrný především tehdy, když během stressu navozený VSD nepřesáhl 20 %.

Snížení schopnosti dýchacího systému reagovat na infiltraci roztoku 2,4-dinitrofenolu stimulací příjmu kyslíku, kterou v souhlasu s Shikim a Uritaním (1956) považujeme za důkaz rozpřažení oxidace a fosforylace, se v našich pokusech projevvalo již při poměrně nevýrazných změnách dýchání i vodní bilance čepelí. Zvláště zřetelné snížení energetické efektivnosti dýchání vyvolal stress, při kterém došlo k výraznému snížení hydratace pletiv, tj. ke zvýšení VSD.

Nutno mít na zřeteli, že během hodnocení aktivity dýchání byly poruchy vodní bilance pletiv listových čepelí u obou základních variant každého pokusu alespoň zčásti odstraněny tím, že terčiky byly před určením rychlosti příjmu kyslíku infiltrovány vodou nebo roztokem DNP. Odrážejí tedy zjištěné hodnoty obou charakteristik vážnější poškození systému.

Podobně jako v případě změn fotosyntetického aparátu (Segeta a Millková, 1975) svědčí i v této práci vlivem chladu na intaktní rostliny okurek zjištěné poruchy systému respirace, že nejde o přímé dů-

sledky účinků nízkých teplot na listové čepele, nýbrž že v takových situacích se při výrazně snížené absorpci vody kořeny (Unger a Danielson, 1967) vyvíjí v nadzemních orgánech rostlin poměrně rychle značně vysoký VSD. Ten je příčinou poruch aktivity a zvláště efektivnosti dýchání (Kušnirenko et al., 1969), a tedy i dalších poškození metabolismu rostlin, jak předpokládal již Sachs (1880).

## Literatura

- ČATSKÝ, J.: Vodní sytostní deficit. In: Metody studia vodního provozu rostlin. Praha, Academia 1967, s. 119-129.
- CHRISTIANSEN, M. N.: Biochemical and physical responses to chilling by germinating cotton. Proc. Nat. Cotton Counc. Beltwide Cotton Production Research Conference, 1971, s. 127-130.
- KISLJUK, I. M.: Issledovaniya povrezhduščego dejstviya ochlaždenija na kletki listev rastenij čuvstvitelnyh k cholodu. In: Citologičeskije osnovy prisposoblenija rastenij k faktoram sredy. Moskva, Nauka, 1964, s. 168-183.
- KLEINZELLER, A. — MÁLEK, J. — VRBA, R.: Manometrické metody a jejich použití v biologii a biochemii. Praha, SZN 1954.
- KUŠNIRENKO, S. V.: Neproduktivnost dychanija listev i ustojčivost teploljubivych rastenij k ochlaždeniju kornevyh sistem. Fiz. rast., 8, 1961, s. 345-354.
- KUŠNIRENKO, S. V. — KURKOVA, E. B. — ROGAČEVA, A. Ja. — ŽOLKEVIČ, V. N.: Vlijanije nizkych položitelnyh temperatur na okislitelnoje fosforilirovanije i ultrastrukturu mitochodrij u *Cucumis sativus* L. Fiziol. rast., 16, 1969, s. 482-494.
- LEWIS, D. A.: Protoplasmatic streaming in plants sensitive and insensitive to chilling temperatures. Science, 124, 1961, s. 75-76.
- LIEBERMANN, M. — CRAFT, Ch. C. — AUDIA, W. V. — WILCOX, M. S.: Biochemical studies of chilling injury in sweet potatoes. Pl. Phys., 33, 1958, s. 307-311.
- LYONS, M. J. — WHEATON, T. A. — PRATT, H. K.: Relationship between the physical nature of mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plants. Pl. Phys., 39, 1964, s. 262-268.
- LYONS, M. J. — RAISON, J. K.: Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. Pl. Phys., 45, 1970, s. 386-389.
- MOLISCH, H.: Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Jena 1897.
- OHASHI, H. — URITANI, I.: The mechanisms of chilling injury in sweet potato. IX. The relation of chilling to changes in mitochondrial respiratory activities. Plant and Cell Phys., 13, 1972, s. 1065-1073.
- SACHS, J.: Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Landw. Versuchstationen B., 1880, s. 2-36.
- SEGETA, V. — MILLKOVÁ, J.: Vliv chladu na kapacitu fotosyntézy a obsah chlorofylu listů okurek. Rostl. Výroba, 21, 1975, s. 409-418.
- SHIKI, H. — URITANI, I.: Alternation of metabolism in plants at various temperatures. Mechanism of cold damage of sweet potato. Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 20, 1956, s. 284-288.
- STEWART, J. McD. — GUINN, G.: Chilling injury and changes in adenosine triphosphate of cotton seedlings. Pl. Phys., 44, 1969, s. 605-608.
- UNGER, O. W. — DANIELSON, R. E.: Water relations and growth of beans as influenced by nutrient solution temperatures. Agr. J., 59, 1967, s. 143-146.
- YAMAKI, S. — URITANI, I.: Mechanisms of chilling injury in sweet potato. VII. Changes in mitochondrial structure during chilling storage. Plant and Cell Phys., 13, 1972, s. 795-805.
- ŽOLKEVIČ, V. N.: K voprosu o pričínach gibelj rastenij pri nizkych položitelnyh temperaturach. Tr. instituta fiziologii rast. AN SSSR, 9, 1955, s. 3-58.
- ŽOLKEVIČ, V. N. — CHOLLER, V. A. — KUŠNIRENKO, S. V.: Posledejstvije ochlaždenija na effektivnost dychanija listev ogurcov. Fiziol. rast., 9, 1962, s. 353-357.
- ŽOLKEVIČ, V. N.: Energetika dychanija vyšších rastěnj v uslovijach vodnogo deficitu. Moskva 1968.

Došlo dne 4. 4. 1977

SEGETA, V. — ГУДЕЧКОВА, Е. (НИИР, Прага-Рузыне): Изменения респирации листьев огурцов под воздействием охлаждения интактного растения. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7): 745-751.

Воздействие на молодые интактные растения огурцов низких температур выше точки за-



мерзания проявляется замедленным усвоением  $O_2$  и пониженной энергетической эффективностью дыхания листовых пластинок. На стресс чувствительнее реагировала энерг. эффективность дыхания, оцениваемая на основе объема стимуляции дыхания после инфильтрации тканей DNP. При влиянии более низких температур или при длительном воздействии холода растет не только депрессия обеих характеристик системы дыхания, но и водонасыщающий дефицит листьев. Значительная корреляция между изменениями дыхания и актуальным уровнем водного дефицита в листовых пластинках свидетельствует о том, что холод *per se* — не первопричина отмеченных повреждений. Если полно ненарушилась связь оксидации и фосфорилизации, эти повреждения носят реверсильный характер, о чем свидетельствуют величины дыхания и гидратации тканей, устанавливаемые вскоре после воздействия благоприятных условий.

огурцы; повреждение холодом; усвоение кислорода; энергетическая эффективность дыхания; водный дефицит

SEGETA, V. — HUDEČKOVÁ, E. (Research Institutes for Crop Production, Praha - Ruzyně): *Changes in the Respiration of Cucumber Leaves as a Result of the Chilling Effect on Intact Plants*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 745-751.

The exposure of intact young cucumber plants to low above-zero temperatures reduced the rate of oxygen uptake and the energetic efficiency of the respiration of leaf blades. Stress exerted a stronger influence on the energetic efficiency of respiration, evaluated according to the degree of the stimulation of respiration after the infiltration of tissues by DNP. At a lower temperature or after a longer exposure to cold, an increase was observed not only in the depression of both characteristics of the system of respiration but also in the water saturation deficit of the leaves. The significant correlation between the changes in respiration and the actual level of water saturation deficit in leaf blades testifies to the fact that cold as such is not the primary cause underlying the injuries. If oxidation and phosphorylation were not completely uncoupled, the injuries had a reversible character; this is also proved by the values of the respiration and hydration of tissues determined after a short exposure to favourable conditions.

cucumbers; chilling injury; oxygen uptake; energetic efficiency of respiration; water saturation deficit

SEGETA, V. — HUDEČKOVÁ, E. (Forschungsinstitute für Pflanzenproduktion, Praha - Ruzyně): *Durch Einwirkungen der Kälte auf intakte Pflanzen verursachte Veränderungen in Respiration bei Gurkenblättern*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 745-751.

Einwirkungen niedriger Temperaturen über dem Gefrierpunkt auf junge intakte Gurkenpflanzen verursachten Reduktion des Sauerstoffverbrauchs und der energetischen Atmungseffektivität der Blattspreiten. Streßreaktion war empfindlicher bei energetischer Atmungseffektivität, die gemäß Stärke der Atmungsstimulation nach DNP-Infiltration in Gewebe bewertet wurde. Bei niedrigeren Temperaturen oder längerer Einwirkung der Kälte stieg nicht nur die Depression der beiden Charakteristiken des Atmungssystems an, sondern gleichzeitig erhöhte sich auch das Wasserdefizit in Blättern. Signifikante Korrelation zwischen Veränderungen des Atmungssystems und der aktuellen Wasserdefizithöhe in den Blattspreiten zeugt darüber, daß Kälte *per se* nicht die primäre Ursache der festgestellten Störungen ist. Falls keine vollkommene Entkoppelung der Oxydation und Phosphorylation erfolgte, hatten die festgestellten Störungen einen reversiblen Charakter, worüber die nach kurzer Einwirkung günstiger Bedingungen bestimmten Werte der Atmung und Hydratation der Gewebe zeugen.

Gurken; Kälteschädigung; Sauerstoffverbrauch; energetische Atmungseffektivität; Wasserdefizit

---

Adresa autorů:

Doc. ing. Vladimír Segeta, Eva Hudečková, Výzkumné ústavy rostlinné výroby, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

---

# RECENZE

## TABULKY A NOMOGRAMY PRO VÝPOČET VÝSLEDKŮ CHEMICKÝCH ANALÝZ PŘÍRODNÍCH VOD

I. J. Sokolov

SNTL, Praha, 1977, 1. vyd., 164 s., 7 obr., 2 tab., 1 příloha, cena brož výt. 20,— Kčs, cena váz. výt. 28,— Kčs.

V posledních několika letech postoupilo daleko kupředu také studium chemického složení přírodních povrchových a zvláště podzemních vod, vod důlních a fumarolních. Zvýšený objem požadovaných analytických prací v této oblasti si vyžádal vypracování a sestavení tabulek a nomogramů pro sledování zkoumaných závislostí a usnadnění výpočtů výsledků chemických analýz přírodních vod. Z ruského stejnojmenného originálu, vydaného nakladatelstvím Nēdra v Moskvě roku 1974, byl redakcí báňské a strojírenské literatury SNTL pohotově vydán jeho český překlad, obsahující jedenáct skupin tabulek a nomogramů pro interpretaci a přepočty výsledků chemických analýz anorganických složek přírodních vod s vysvětlujícími texty.

Tabulky prvních tří skupin jsou určeny pro přepočet miligramů na milivaly a naopak a tvrdosti vody ze stupňů na milivaly. Tabulky čtvrté až šesté skupiny umožňují provádět přepočty oxidů na ionty a nedisociované molekuly, z atomové na iontovou a molekulární formu. Sedmá až devátá skupina obsahuje koeficienty pro přepočty výsledků analýz

vody z jedné formy na druhou, výpočet forem slabých kyselin v závislosti na pH a iontové síly  $\mu$  při 25 °C (v molárních procentech) a koeficienty pro přepočet výsledků analýz vyjádřených v jednotkách hmotnosti na objem ( $\text{mg l}^{-1}$ ,  $\text{g l}^{-1}$ ) na jednotky hmotnosti na hmotnost ( $\text{mg kg}^{-1}$ ,  $\text{g kg}^{-1}$ ). V desáté skupině jsou tabulky pro výpočty při analytických pracích (odměrné a vázkové metody) a poslední část tvoří do českého vydání navíc zařazená tabulka pro výpočet agresivního  $\text{CO}_2$  podle Lehmana a Reusse.

Závěr celé publikace tvoří pro praxi cenné nomogramy pro výpočet průměrných aktivních koeficientů, hodnoty pH při daném  $\text{CO}_2$  (volném) a  $\text{HCO}_3^-$  a při daném  $\text{HCO}_3^-$  a  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_2$  (agresivního), milivalů a milival-procent.

Kniha je cennou příručkou pro široký okruh pracovníků v analytických laboratořích, geochemiky, vodohospodáře, hydrogeology a studující analytické chemie na všech typech škol.

Ing. Bohumil Tesařík,  
331 51 Kaznějov 392

**J. Šebánek**

ŠEBÁNEK, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Príspevek ke studiu celistvosti hrachu (Pisum sativum L.) a lnu (Linum usitatissimum L.)*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 753-763.

Benzyladenin (BA), giberelin (GA) a kyselina  $\beta$ -indolyl-octová (IAA) byly aplikovány v podobě lanolinových past na klíční rostliny hrachu dekapitované nad 2. primární šupinou, a to buď na epikotyl k 1. či 2. primární šupině nebo na děložní nodus či kořen. Ukázalo se, že účinek BA na uvolnění jednotlivých axilárních pupenů z inhibice se šíří toliko nad místo nátěru, tedy akropetálně. Naproti tomu GA působil vždy bez ohledu na místo aplikace výrazně stimulovalý růst nejapikálnějšího pupenu a projevil se tak opět jako typický hormon apikální dominance. Inhibiční vliv 0,06% IAA pasty se šířil toliko bazipetálně; při aplikaci na kořen se projevil inhibiční vliv teprve u silně koncentrované 1% IAA pasty. U klíčních rostlin lnu zbavených epikotylu a jedné dělohy je možno vyvolat úplný korelativní zvrat v růstu děložních axilárů, nanese-li BA pastu k řápiku odříznuté dělohy; pak místo axiláru ponechané dělohy roste silněji axilár dělohy odříznuté. Tato schopnost schází giberelinu, neboť obdobná aplikace tohoto fytohormonu k úplnému korelativnímu zvratu v růstu děložních axilárů nevede. Naproti tomu do ohybů hypokotylních pahýlů lnu působených stimulačním vlivem dělohy je schopen giberelin zasahovat.

růstové regulátory; obnova porušené celistvosti rostliny; růst axilárních pupenů; regulační vliv děloh a kořenů; klíční rostliny hrachu a lnu

Klíční rostliny hrachu a lnu byly oblíbenými pokusnými modely Dostála (1908, 1955, 1959, 1960, 1968) za účelem objasnění zákonitostí celistvosti rostlin. V celistvosti klíčních rostlin hrachu se přitom výrazně uplatňuje regulačně zábranný vliv děloh. Ty ovšem mohou snižovat růstově zábranný účinek IAA\*) (Dostál, 1960).

Také o kořenech je známo, že mohou inaktivovat přebytky auxinu (Pilet, 1964; Bollag a Galun, 1966), což je jednou z forem, jíž se může projevovat obecně známý regulačně stimulační vliv kořene na růst lodyhy. Proto jsem se v této práci zaměřil na aplikace IAA pasty na kořen klíčních rostlin hrachu při současném porovnání téže aplikace na děložní nodus, jakož i na první a druhou primární šupinu dekapitovaného epikotylu. Neméně potřebné je však objasnit regulační funkci orgánů i ve vztahu k cytokininům a giberelinům.

Klíční rostliny lnu slouží v morfologických pokusech za model rostliny s epigeickými dělohami, které na rozdíl od hypogeických děloh hrachu působí stimulačně na růst svých úžabních pupenů (Kořínek, 1922; Komárek, 1930). Dostál (1960) zkoumal regulační podstatu této korelace a dospěl k závěru, že stimulační vliv epigeických děloh souvisí s jejich produkcí nativního auxinu. Stimulační vliv epigeické dělohy lnu se však netýká jen úžabního pupene děložního, nýbrž i hypokotylního pahýlu klíčních rostlin. Jestliže těmto rostlinám odstraníme epikotyl, jednu dělohu a kořen spolu sází hypokotylu, přičemž takto operované rostliny necháme plovat na vodní hladině, ukáže se ohyb hypokotylního pahýlu jeho silnějším růstem na straně ponechané dělohy (Dostál, 1968). (obr. 2/1).

\*) V práci je použito těchto mezinárodních zkratk: IAA — kyselina  $\beta$ -indolyl-octová, GA — giberelin GA<sub>3</sub>, BA — benzyladenin, TIBA — kyselina 2,3,5-trijódbenzoová, MH — hydrazid kyseliny maleinové.

V pokusech této práce jsem se zaměřil především na interakci giberlinu, TIBY a MH v této korelaci.

## MATERIÁL A METODY

V morfologických pokusech této práce na hrachu jsem užil semen odrůdy 'Raman', které byly zbobtnány 24 hodin ve vodě, pak přeneseny do vlhkých pilin a klíční rostliny po třech dnech zbaveny testy a kultivovány ve vodě v nádobách opatřených síty, jimiž byly do vody prostrčeny kořeny rostlin. Kultivace se děla po celou pokusnou dobu ve tmě při teplotě 19–21 °C. Pokusy na lnu jsem konal na klíčcích rostlinách odrůdy 'Věra' vypěstovaných v zahradní zemině za přirozených podmínek světelných během července a srpna, kdy jsem konal postupné výsevy rostlin potřebných pro jednotlivé pokusy. Růstové regulátory byly aplikovány ve všech pokusech v podobě lanolinových past. Všechny pokusy byly nejméně 2–3krát opakovány. V podrobnostech metodiky odkazuji na popisy jednotlivých pokusů v další stati práce.

## VÝSLEDKY

### POKUSY NA HRACHU (*PISUM SATIVUM* L.)

**Pokus 1.** Deset dní staré klíční rostliny byly dekapitovány nad druhou primární šupinou, rozděleny do sedmi pokusných sérií po 25 rostlinách a v jednotlivých sériích byly vykonány nátery past s BA, resp. IAA pastou, jak je uvedeno v tab. I. Po dalších 10 dnech byly u všech rostlin změřeny axilární výhony děložní a axiláry první i druhé primární šupiny s výsledkem uvedeným v tab. I. Vyplývá z ní, že účinek BA na uvolnění

I. Polarita v růstu axilárních výhonů po aplikaci BA nebo IAA, resp. BA + IAA na děložní nodus, resp. apikální řeznou plochu klíčcích rostlin hrachu dekapitovaných nad druhou primární šupinou — Polarity in the growth of axillary shoots after the application of BA or IAA, and/or BA + IAA, to cotyledonary node or to the apical section surface of pea seedlings decapitated over the second primary scale

| Série | Regulátor | Místo aplikace                | Délka axilárních výhonů v mm v úžlabí |                       |                       |
|-------|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|       |           |                               | děloř                                 | první primární šupiny | druhé primární šupiny |
| 1     | 0         | 0                             | 0                                     | 0,5 ± 0,23            | 51,6 ± 1,71           |
| 2     | BA 0,2%   | děložní nodus                 | 3,5 ± 3,53                            | 10,2 ± 2,50           | 29,5 ± 2,05           |
| 3     | BA 0,2%   | apikální řezná plocha         | 0                                     | 0                     | 44,3 ± 1,50           |
| 4     | IAA 0,03% | děložní nodus                 | 0                                     | 0                     | 36,0 ± 3,21           |
| 5     | IAA 0,03% | apikální řezná plocha         | 0                                     | 0                     | 5,1 ± 1,50            |
| 6     | IAA 0,03% | apikální řezná plocha         | 7,5 ± 2,53                            | 11,0 ± 4,48           | 22,3 ± 4,91           |
| 7     | BA 0,2%   | děložní nodus                 | 0                                     | 0,5 ± 0,25            | 52,1 ± 1,97           |
|       | IAA 0,03% | apikální řezná plocha         |                                       |                       |                       |
|       | BA 0,2%   | bezprostředně pod nátěrem IAA |                                       |                       |                       |

axilárních pupenů z inhibice se šíří směrem akropetálním, nikoliv bazipetálním, neboť po nátěru BA pasty na děložní nodus se uvolní z inhibice pupeny v úžlabí druhé primární šupiny, ale i některé pupeny v úžlabí děloh a první primární šupiny (série 2); naproti tomu po nátěru BA pasty na apikální řeznou plochu se uvolní z inhibice jen pupeny druhé primární šupiny (série 3). Totéž je zřejmé z pokusných sérií 5, 6 a 7, neboť jestliže 0,03 % IAA pasta natřená na apikální řeznou plochu zadržuje růst téměř všech axilárních pupenů (série 5), pak BA pasta, je-li navíc aplikována v apikální krajině dekapitovaného epikolu (série 7), uvolní z inhibice toliko pupeny druhé primární šupiny, ale je-li aplikována na děložní nodus, uvolní z inhibice nejen pupeny druhé primární šupiny, ale i četné pupeny v úžlabí děloh a první primární šupiny (série 6). Ukazuje se přitom, že inhibiční vliv IAA se šíří převážně bazipetálně, nikoliv akropetálně, neboť při aplikaci IAA na apikální řeznou plochu je zadržen růst všech pupenů (série 5), ale při nátěru téže substance na děložní nodus vyrůstají četné pupeny v úžlabí druhé primární šupiny (série 4).

**Pokus 2.** Deset dní staré klíčící rostliny byly dekapitovány nad 2. primární šupinou, rozděleny do dvou pokusných sérií po 25 rostlinách a v jednotlivých sériích byly provedeny nátěry BA, resp. GA pasty, jak je uvedeno v tab. II. Po dalších 10 dnech byly měřeny axilární výhony v úžlabí dělohy, první i druhé primární šupiny (tab. II). Série 3, 4, 5 potvrdily v podstatě výsledky předchozího pokusu o akropetální šíření účinku BA; výsledky jsou však zde s ohledem na vyšší použitou kon-

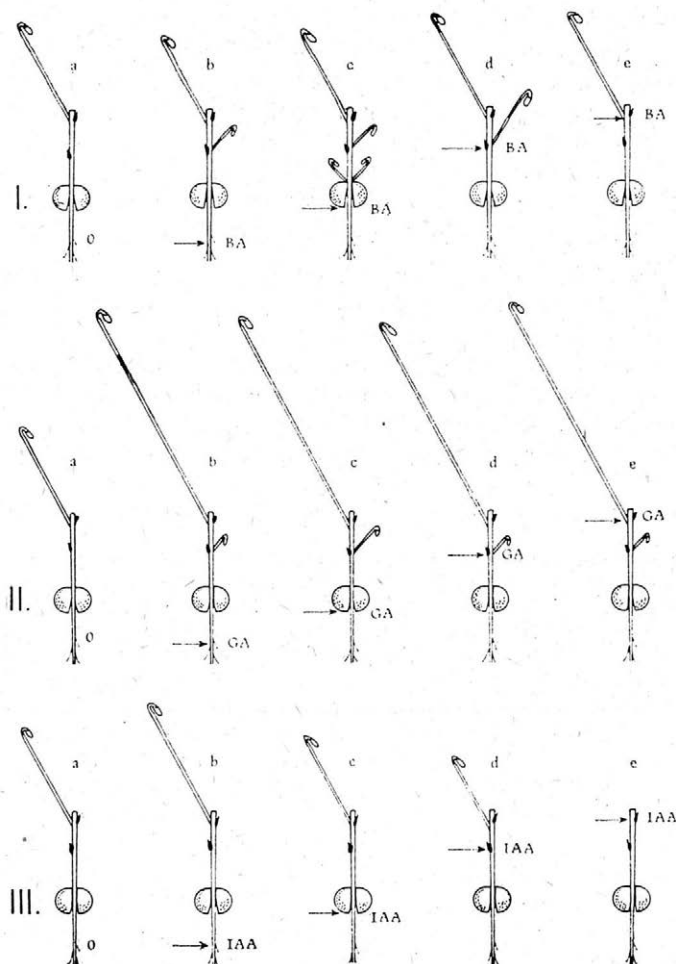
II. Polarita v růstu axilárních výhonů u klíčících rostlin hrachu dekapitovaných nad druhou primární šupinou po aplikaci 0,5% BA pasty či 2% GA pasty na kořen nebo děložní nodus či první nebo druhou primární šupinu — Polarity in the growth axillary shoots in pea seedlings decapitated over the second primary scale after the application of 0.5 % BA paste or 2 % GA paste to the root or cotyledonary node or to the first or second primary scale

| Série | Regulátor | Místo aplikace | Délka axilárních výhonů v mm v úžlabí |                       |                       |
|-------|-----------|----------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|       |           |                | děloh                                 | první primární šupiny | druhá primární šupiny |
| 1     | 0         | 0              | 0                                     | 1,0 ± 0,26            | 60,8 ± 4,95           |
| 2     | BA        | 1              | 0                                     | 22,7 ± 6,42           | 48,6 ± 3,58           |
| 3     | BA        | 2              | 32,8 ± 4,68                           | 26,3 ± 1,61           | 51,3 ± 3,95           |
| 4     | BA        | 3              | 0                                     | 44,9 ± 4,10           | 58,6 ± 3,97           |
| 5     | BA        | 4              | 0                                     | 0,6 ± 0,58            | 62,4 ± 4,80           |
| 6     | GA        | 1              | 0                                     | 11,8 ± 4,80           | 178,5 ± 6,82          |
| 7     | GA        | 2              | 0                                     | 26,8 ± 9,91           | 174,8 ± 9,31          |
| 8     | GA        | 3              | 0                                     | 16,0 ± 6,20           | 169,3 ± 8,06          |
| 9     | GA        | 4              | 0                                     | 18,7 ± 5,53           | 179,4 ± 5,29          |

Poznámka: Místo aplikace: 1 — kořen 2 cm pod jeho bází  
 2 — děložní nodus  
 3 — první primární šupina  
 4 — druhá primární šupina



centraci BA pasty výraznější: při nátěru na děložní nodus došlo k růstu pupenů jak druhé primární šupiny, tak i četných pupenů v úžlabí děloh a první primární šupiny. Při nátěru na první primární šupinu se uvolnily jen pupeny této šupiny a druhé primární šupiny a při nátěru na druhou primární šupinu jen pupeny této šupiny (obr. 1/I). Pozoruhodné je, že nátěr BA pasty na samotný kořen (série 2) se projevil jen růstem pupenu první a druhé primární šupiny, nikoliv růstem děložních axilárů, jak tomu bylo v sérii 3.



1. Schéma vlivu nátěru 0,5% BA pasty (I), 2% GA pasty (II) a 0,06% IAA pasty (III) na růst axilárních pupenů klíčících rostlin hrachu dekapitovaných nad druhou primární šupinou – Schematic illustration of the effect of the application of 0.5 % BA paste (I), 2 % GA paste (II) and 0.06 % IAA paste (III) on the growth of the axillary buds of the pea seedlings decapitated over the second primary scale

- a – kontrola,
- b – nátěr pasty na kořen,
- c – nátěr pasty na děložní nodus,
- d – nátěr pasty na první primární šupinu,
- e – nátěr pasty na druhou primární šupinu.

GA v silné 2% koncentraci se v tomto pokuse projevil jako výrazný hormon apikální dominance (série 6–9), neboť bez ohledu na nátěr GA pasty na kořen, děložní nodus, první či druhou primární šupinu, byl touto pastou zhruba trojnásobně zesílen růst nejapikálnějšího pupenu druhé primární šupiny a vzhledem k této vysoké koncentraci došlo jen k poměrně slabému růstu pupenu první primární šupiny (obr. 1/II).

**Pokus 3.** Deset dní staré klíčící rostliny byly opět dekapitovány nad druhou primární šupinou, rozděleny do devíti pokusných sérií po 25 rostlinách a v jednotlivých sériích byly vykonány nátěry IAA pasty, jak je uvedeno v tab. III. Tamže jsou zřejmé i výsledné délky axilárních výhonů v úžlabí děloh, první a druhé primární šupiny naměřené po dalších 12 dnech. Obě použité koncentrace IAA (pro koncentraci 0,06% –

III. Polarita v růstu axilárních výhonů u klíčících rostlin hrachu dekapitovaných nad druhou primární šupinou po aplikaci 0,03% a 0,06% IAA pasty na kořen nebo děložní nodus či první nebo druhou primární šupinu – Polarity in the growth of axillary shoots in pea seedlings decapitated over the second primary scale after the application of 0.03% and 0.06% IAA paste to the root or cotyledonary node or to the first or second primary scale

| Série | IAA pasta % | Místo aplikace | Délka axilárních výhonů v mm v úžlabí |                       |                       |
|-------|-------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|       |             |                | děloh                                 | první primární šupiny | druhé primární šupiny |
| 1     | 0           | 0              | 0                                     | 1,2 ± 0,32            | 74,0 ± 2,88           |
| 2     | 0,03        | 1              | 0                                     | 0,2 ± 0,17            | 73,1 ± 3,03           |
| 3     | 0,03        | 2              | 0                                     | 0,5 ± 0,26            | 59,6 ± 3,27           |
| 4     | 0,03        | 3              | 0                                     | 0                     | 58,3 ± 3,41           |
| 5     | 0,03        | 4              | 0                                     | 0,1 ± 0,12            | 0,9 ± 0,72            |
| 6     | 0,06        | 1              | 0                                     | 0,6 ± 0,44            | 80,8 ± 3,33           |
| 7     | 0,06        | 2              | 0                                     | 1,4 ± 0,46            | 60,3 ± 5,85           |
| 8     | 0,06        | 3              | 0                                     | 1,4 ± 0,94            | 52,3 ± 7,15           |
| 9     | 0,06        | 4              | 0                                     | 0                     | 0                     |

Poznámka: Místo aplikace viz tab. II

obr. 1/III) potvrdily závěry pokusu 1, že inhibiční vliv IAA se šíří bazi-petálně, nikoliv akropetálně, neboť nátěr IAA pasty k druhé primární šupině (série 5, 9) vedl k zadržení růstu pupenů této šupiny (i všech ostatních pupenů), ale nátěr téže pasty na děložní nodus i první primární šupinu (série 3, 4, 7, 8) jen poněkud přibrzdil růst pupenu druhé šupiny. Pozoruhodné přitom je, že aplikace IAA pasty v obou volených koncentracích na kořen (série 2, 6) nepůsobila vůbec inhibičně (tj. byla na rozdíl od slabě inhibičního vlivu v sériích 3, 4, 7, 8 zcela neúčinná). To asi souvisí se schopností kořenů odbourávat přebytky auxinu, neboť, jak je vidět z předchozího pokusu, aplikace BA i GA pasty na kořeny je účinná.

**Pokus 4.** Vzhledem k tomu, že IAA pasta v 0,03 i 0,06% koncentraci se ukázaly v předchozím pokuse zcela neúčinné po aplikaci na kořen, užil jsem v dalším k této aplikaci IAA past vyšších koncentrací. Ukázalo se, že teprve 1% a 2% IAA pasta po aplikaci na kořen 10 dní starých a nad

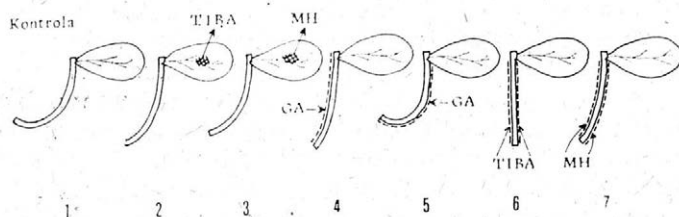
IV. Růst axilárních výhonů u klíčnicích rostlin hrachu dekapitovaných nad druhou šupinou po aplikaci 1% a 2% IAA pasty na kořen — The growth of axillary shoots in pea seedlings decapitated over the second scale after the application of 1% and 2% IAA paste to the root

| Série | IAA pasta<br>% | Délka axilárních výhonů v mm v úžlabí |                       |                       |
|-------|----------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|       |                | děloh                                 | první primární šupiny | druhé primární šupiny |
| 1     | 0              | 0                                     | 12,4 ±                | 65,4 ± 2,8            |
| 2     | 1,0            | 0                                     | 3,8 ± 2,2             | 29,8 ± 3,5            |
| 3     | 2,0            | 0                                     | 2,3 ± 1,1             | 15,8 ± 2,5            |

druhou primární šupinou dekapitovaných klíčnicích rostlin působí průkaznou inhibici růstu axiláru druhé primární šupiny (tab. IV). Jednalo se přitom o tři pokusné série po 40 rostlinách.

#### POKUSY NA LNU (*LINUM USITATISSIMUM* L.)

Pokus 5. Klíčnicí rostliny v etapě vývinu děloh a 3–4 mm dlouhého epikotylu byly seříznuty 2 cm pod dělohami, zbaveny epikotylu a jedné dělohy. Takto operované rostliny byly rozděleny po 25 do sedmi sérií a ošetřeny způsobem zřejmým z tab. V. Po ošetření byly operované rostliny svými hypokotylními pahýly prostrčeny do otvorů v polystyrenových destičkách o tloušťce 2 mm, které plovaly na hladině ve skleněných nádobách. Po 24 hodinách, během nichž byly pokusné rostliny vystaveny nepřetržitému umělému osvětlení o intenzitě 4000 luxů, byl pokus vyhodnocen tak, že byl zjištěn počet rostlin s ohybem hypokotylního pahýlu od ponechané dělohy nebo k ponechané děloze, resp. počet rostlin s hypokotylními pahýly takto výrazně nezahnutými (obr. 2). Výsledky pokusu ukazuje tab. V. Vyplývá z ní, že ponechaná děloha pravděpodobně svým auxinovým působením ve velké většině případů stimuluje růst hypokotylního pahýlu na své straně, takže se pahýl ohýbá (konvexně) od ponechané dělohy (obr. 2/1). TIBA pasta natřená na ponechanou dělohu průkazně snižuje počet případů konvexního ohybu (obr. 2/2), ale toliko po nátěru na vlastní hypokotylní pahýl je schopna tomuto ohybu zcela zabránit (obr. 2/6). MH-pasta je naproti tomu při nátěru na dělohu ne-



2. Schematické vyjádření účinku růstových regulátorů na ohyb hypokotylního pahýlu dekapitovaných klíčnicích rostlin lnu zbavených jedné dělohy — Schematic illustration of the effect of growth regulators on the curvature of hypocotyl stump of decapitated flax seedlings deprived of one cotyledon

V. Ohyb hypokotylních pahýlů klíčnicích rostlin lnu zbavených epikotylu a jedné dělohy pod vlivem GA, TIBA a MH — Curvature of hypocotyl stumps of flax seedlings deprived of epicotyl and one cotyledon owing to the action of GA, TIBA and MH

| Série | Způsob ošetření pastami s růstovými regulátory                                 | U 25 rostlin došlo ve třech opakováních k ohybu hypokotylního pahýlu (číslo v závorce udává průměr v %) |                        |                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|       |                                                                                | od ponechané dělohy                                                                                     | pod ponechanou dělohou | k ohybu nedošlo       |
| 1     | kontrola                                                                       | 20, 24, 21<br>(86,8)                                                                                    | 2, 1, 0<br>(4)         | 3, 0, 4<br>(9,2)      |
| 2     | 0,5% TIBA na horní straně ponechané dělohy                                     | 14, 18, 15<br>(62,8)                                                                                    | 1, 0, 2<br>(4,0)       | 10, 7, 8<br>(33,2)    |
| 3     | 1,0% MH na horní straně ponechané dělohy                                       | 18, 20, 21<br>(78,8)                                                                                    | 4, 1, 4<br>(12)        | 3, 4, 0<br>(9,2)      |
| 4     | 2,0% GA podélně na hypokotylním pahýlu na straně odvrácené od ponechané dělohy | 10, 12, 9<br>(41,2)                                                                                     | 0, 0, 2<br>(2,8)       | 15, 13, 14<br>(56,0)  |
| 5     | 2,0% GA podélně na hypokotylním pahýlu na straně přivrácené k ponechané děloze | 23, 24, 22<br>(92,0)                                                                                    | 0, 0, 1<br>(1,2)       | 2, 1, 2<br>(6,8)      |
| 6     | 0,5% TIBA pasta koldokola na hypokotylním pahýlu v celé jeho délce             | 0, 0, 0<br>(0)                                                                                          | 0, 0, 0<br>(0)         | 25, 25, 25<br>(100,0) |
| 7     | 1,0% MH dokola na hypokotylním pahýlu v celé jeho délce                        | 15, 12, 16<br>(57,2)                                                                                    | 3, 3, 0<br>(8,0)       | 7, 10, 9<br>(34,8)    |

Poznámka: Rozdíly v ohybu od ponechané dělohy jsou proti kontrolní sérii vysoce průkazné v sérii 4 a 6, průkazné v sériích 2, 7 a neprůkazné v sériích 3, 5

účinná (obr. 2/3) a pouze po nátěru na vlastní hypokotylní pahýl snižuje počet případů konvexního ohybu (obr. 2/7). Zvláště pozoruhodné je, že GA pasta v silné 2% koncentraci je schopna ve vysoce průkazném rozdílu bránit realizaci konvexního ohybu hypokotylního pahýlu, ovšem v případě, že je nanášena na hypokotylní pahýl na straně odvrácené od ponechané dělohy (obr. 2/4).

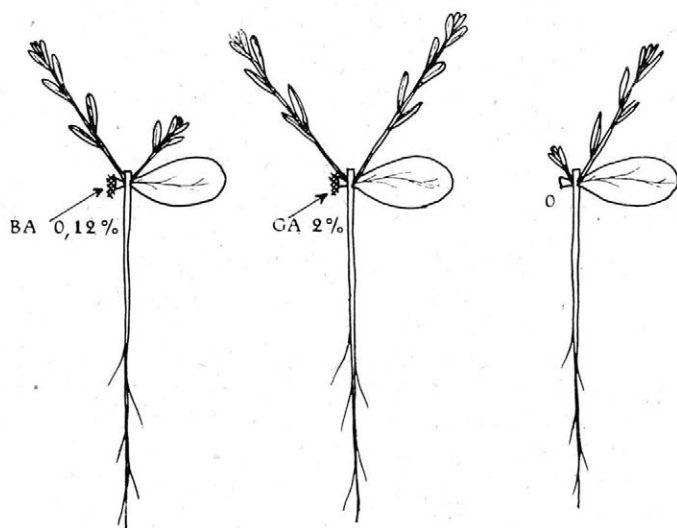
Pokus 6. Klíčnicí rostliny vyseté 20. 7. byly 2. 8. dekapitovány nad dělohami a zbaveny jedné dělohy, přičemž byly rozděleny na čtyři pokusné série po 30 rostlinách. V první sérii byla na řapík odříznutá děloha natřena 0,5% BA pasta, v druhé 0,12% BA pasta, v třetí 2% GA pasta a čtvrtá série byla ponechána jako kontrolní. Dne 18. 8. byly změřeny u všech rostlin axilární výhony děložní s výsledkem, který uvádí tab. VI. Ukázalo se, že BA pasta v obou použitých koncentracích nanášená k řapíku odříznuté dělohy u více než 80 % rostlin působí zvrát normální korelace: místo pronikavě silnějšího růstu pupenu ponechané dělohy roste pak naopak silněji pupen dělohy odříznuté. Naproti tomu obdobně apli-

VÍ. Růst děložních axilárů klíčnicích rostlin lnu dekapitovaných nad dělohami a zbavených jedné dělohy, při čemž na řapík odříznuté dělohy byla natřena BA, resp. GA pasta — The growth of the cotyledonary axillary buds of the seedlings of flax decapitated over the cotyledons and deprived of one cotyledon, BA, and/or GA paste being applied to the stalk of the cut-off cotyledon

| Série | Applikace pasty | Délka děložního axiláru v mm |                  | % případů korelativního zvratu |
|-------|-----------------|------------------------------|------------------|--------------------------------|
|       |                 | ponechané dělohy             | odříznuté dělohy |                                |
| 1     | 0,5 BA          | $14,6 \pm 1,6$               | $25,0 \pm 1,3$   | 83                             |
| 2     | 0,12% BA        | $14,3 \pm 2,4$               | $34,1 \pm 2,3$   | 87                             |
| 3     | 2,0% GA         | $42,9 \pm 3,0$               | $37,4 \pm 4,0$   | 40                             |
| 4     | 0               | $32,0 \pm 1,1$               | $7,6 \pm 1,6$    | 0                              |

Poznámka: Rozdíly v délce kotylárních výhonů jsou jak u ponechané, tak i u odříznuté dělohy v sériích 1—3 výsoce průkazné proti kontrolní sérii 4.

kovaná GA pasta působící celkovou pronikavou stimulaci růstu děložních axilárů zavedla korelativní zvrat jen ve 40 % případů, nicméně tím došlo téměř k vyrovnání délky axiláru ponechané a odříznuté dělohy, zatímco u kontroly byl axilár ponechané dělohy víc než čtyřnásobně dlouhý proti axiláru dělohy odříznuté (obr. 3).



3. Vliv BA a GA na růst děložních axilárů lnu dekapitovaného a zbaveného jedné dělohy. Rostlina vpravo ukazuje normální korelaci, tj. stimulační vliv ponechané dělohy, rostlina vlevo ukazuje, že BA aplikovaný k řapíku odříznuté dělohy působí korelativní zvrat. Obdobně aplikovaný GA však tento zvrat nepůsobí, nýbrž toliko přibližně stejnou stimulaci růstu obou děložních axilárů, jak ukazuje rostlina uprostřed. — The effect of BA and GA on the growth of the cotyledonary axillary buds of flax, decapitated and deprived of one cotyledon. The plant on the right shows normal correlation, i. e. stimulative action of the cotyledon left intact, the plant on the left shows that BA applied to the stem of the cut-off cotyledon induces a correlative change. GA, if applied in a similar way, does not induce such a change, producing just about the same growth stimulation of both cotyledonary axillary buds, as shown on the plant in the middle.



Pokusy na hrachu popsané v této práci potvrdily velký regulační význam děloh i kořene v celistvosti rostliny. Vysvětlil především ze vztahu k exogenní IAA: její aplikace na různé části dekapitovaných klíčnicích rostlin ukázala, že inhibiční vliv této látky se šíří v epikotylu výrazně bazipetálně, nikoliv akropetálně, přičemž se potvrdila i známá schopnost kořene odbourávat přebytky auxinu (Pilet, 1964; Bollag a Galun, 1966), neboť táž koncentrace pasty zcela inhibující růst axilárních pupenů při aplikaci v apikární krajině (ke druhé primární šupině) byla při aplikaci na kořen zcela neúčinná. Také cytokinin benzyladenin měl zcela rozličný účinek podle toho, byl-li aplikován na různá místa dekapitovaného epikotylu, děložní nodus nebo na kořen. Tak se ukázalo, že účinek BA na uvolnění pupenů z inhibice se šíří akropetálně, neboť se jednotlivé pupeny uvolňovaly vždy nad nátěrem BA pasty, nikoliv pod ním. K obdobným závěrům, pokud šlo o nátěry na apex nebo bázi dekapitovaného epikotylu hrachu, dospěla i Šebáneková (1975). Gibberelin se přitom v mých pokusech projevil při své aplikaci na kořen hrachu stejně účinným fytohormonem apikální dominance jako při aplikaci na děložní nodus nebo na vlastní dekapitovaný epikotyl. Z toho je zřejmé, že inaktivační role kořene se týká jen auxinu, nikoliv gibberelinu, který může být naopak v kořenech do jisté míry biosyntetizován, jak dokázal Phillips a Jones (1964) na podkladě analýzy kořenového exudátu a Šebánek (1965b) na podkladě analýzy apikálních částí lodyh intaktní rostliny srovnané s analýzou těchto částí lodyh izolovaných od kořenů. Obdobně se jevil účinným při aplikaci na kořen i BA, což se projevilo uvolněním laterálních pupenů z inhibice.

Je známo, že cytokinin zevně dodaný na ponechanou dělohu dekapitovaných klíčnicích rostlin hrachu je schopen vymanit pupen z inhibice dělohy a způsobit tak korelativní zvrat (Šebánek, 1965a). Dosud však nebylo zkoumáno, zda je cytokinin v případě epigeických děloh lnu, dodaný k pupenu odrážející dělohy, schopen překonat stimulační vliv ponechané dělohy a způsobit tak i na tomto modelu korelativní zvrat. Pokusy popsané v této práci ukázaly, že je to možné. Zřejmě to souvisí se schopností cytokininů atrahovat celý komplex látek potřebných k růstu. Klíčnicí rostliny lnu se však současně potvrdily i jako vynikající modelový objekt pro zkoumání růstově korelativní funkce epigeické dělohy ve vztahu k ohybům hypokotylních pahýlů. Libbert a Gerdes (1964) zkoumali podíl gibberelinu v tropismech a dospěli k závěru, že fototropický stimulus je u ovesných koloepitilů po jejich dekapitaci zesilován vlivem IAA, přičemž GA je sám o sobě bez účinku, ale spolu s IAA zesílí jeho vliv na ohyb. Podle aplikací GA k jedné straně ohýbajícího se orgánu (epikotylu hrachu nebo hypokotylu slunečnice) dospěli k závěru, že existuje značný laterální transport gibberelinů. V našich pokusech na lnu se ukázalo, že i přes existenci tohoto transportu je schopen gibberelin v pastě aplikovaný na stranu hypokotylního pahýlu, která je odvrácená od ponechané dělohy, silně zeslabit ohyb pahýlu, působený stimulačním vlivem této ponechané dělohy. Tento vliv souvisí zřejmě s endogenním auxinem (Dostál, 1955, 1968), který je v epigeické děloze syntetizován. TIBA aplikovaná v mých pokusech na ponechanou dělohu jen zčásti zeslabila ohyb hypokotylního pahýlu, zatímco táž substance aplikovaná

na obě strany hypokotylního pahýlu plně zabránila jeho ohybu, jak prozradily již výsledky Dostála (1968), plně potvrzené i v této naší práci. To může svědčit o tom, že antiauxinový účinek TIBY se týká především transportu auxinu a jen zčásti jeho biosyntézy.

## Literatura

- BOLLAG, J. M. — GALUN, E.: Distribution of labelled indolyl-3-acetic acid in intact cucumber plants. *Nature*, 211, 1966, s. 647-648.
- DOSTÁL, R.: Korelační vztahy u klíčících rostlin Papilionací. *Rozpravy Čes. Akad. tř. II.*, 17, 1908, s. 1-44.
- DOSTÁL, R.: O korelační morfogenezi na příkladě lnu (*Linum usitatissimum*). *Práce Brn. Zák. ČSAV*, 27, 1955, s. 191-267.
- DOSTÁL, R.: Další experimentálně morfologické studie. *Práce Brn. zák. ČSAV*, 31, 1959, s. 1-76.
- DOSTÁL, R.: Weitere morphologische Wuchstoffsversuche an Pisum- und Linum-Keimlingen. *Práce Brn. zák. ČSAV*, 32, 1960, s. 425-471.
- DOSTÁL, R.: Correlative curvatures of the Linum hypocotyl and growth regulators. *Beitr. Biol. Pflanzen*, 45, 1968, s. 357-370.
- KOMÁREK, V.: Zur experimentellen Beeinflussung der Korrelationstätigkeit von epigäischen Keimblättern. *Flora*, 124, 1930, s. 300-314.
- KORÍNEK, J.: O korelaci mezi dělohou a úžlabním pupenem. *Spisy přír. fak. univ. Brno*, 16, 1922, s. 1-19.
- LIBBERT, E. — GERDES, I.: Können Gibberelline an tropistischen Krümmungen beteiligt sein? *Planta*, 61, 1964, s. 245-258.
- PHILLIPS, I. D. J. — JONES, R. L.: Gibberellin activity in bleeding sap of root systems of *Helianthus annuus* detected by a new dwarf peas epicotyl assay and other methods. *Planta*, 63, 1964, s. 269-278.
- PILET, P. E.: Auxin transport in roots of *Lens culinaris*. *Nature*, 204, 1964, s. 561-562.
- ŠEBÁNEK, J.: Die Interaktion des exogenen Kinins in der Korrelation zwischen den Keimblättern und ihren Achselknospen an Pisum-Keimlingen. *Acta Univ. Agr., Brno A.*, 3, 1965a, s. 363-370.
- ŠEBÁNEK, J.: Die Interaktion endogener Gibberelline in der Korrelation zwischen Wurzel und Epikotyl bei Pisum-Keimlingen. *Flora A.*, 156, 1965b, s. 303-311.
- ŠEBÁNKOVÁ, J.: K praktickým možnostem využití fytohormonů v rostlinné výrobě se zřetelem k jevům korelativním. [Diplomní práce.] Brno 1975. — VŠZ.

Došlo dne 2. 3. 1977

ШЕБАНЕК, Й. (Сельскохозяйственный институт, Брно): К вопросу изучения целостности гороха и льна. *Rostl. Výroba*, 23, 1977 (7): 753-763.

Бензиладенин (БА), гиббереллин (ГА) и  $\beta$ -индолилуксусная (ИАА) кислота применялись в виде ланолиновых паст на ростки гороха, удаленные над второй первичной чешуей, а именно или на эпикотиль первой или второй первичной чешуей, или на узел кущения, или корень. Оказалось, что действие БА на освобождение отдельных пазушных почек из ингибиции распространяется только на место нанесения пасты, следовательно, на верхушку. ГА, наоборот, всегда вызывал, не учитывая место применения, явно стимулирующий рост чаще всего применяемой почки и таким образом проявился опять как типический гормон апикальной доминанции. Ингибиционное влияние 0,06 % ИАА пасты действовало только базипетально; при нанесении на корень ингибиционное влияние проявилось только у сильно концентрированной 1 % ИАА пасты. У ростков льна, лишенных эпикотилиа и одной семядоли, можно вызывать коррелятивный оборот в росте пазух; если же нанести БА пасту к черешку отрезанной семядоли, то вместо пазухи оставленной семядоли быстрее растет пазуха отрезанной семядоли. Это свидетельствует о сильной способности цитокининов атрагировать нативные вещества роста. Такая способность отсутствует у гиббереллина, так как аналогичное применение этого фитогормона не приводит к коррелятивному обороту в росте пазух семядоли. Наоборот, гиббереллин способен вмешаться в коленья гипокотильных наростов льна, вызванных стимуляционным влиянием семядоли.

регуляторы роста; возобновление нарушенной целостности растения; рост пазушных почек; регуляционное влияние семядолей и корней; ростки гороха и льна

ŠEBÁNEK, J. (University of Agriculture, Brno): *On the Integrity of Pea (Pisum sativum L.) and Flax (Linum usitatissimum L.)*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 753-763.

Benzyl adenine (BA), gibberellin (GA) and  $\beta$ -indolyl acetic acid (IAA) were applied as lanoline pastes to the seedlings of pea decapitated over the second primary scale, either to the epicotyl to the first or second primary scale or to the cotyledonary node or root. The action of BA on the release of individual axillary buds from inhibition was found to spread only over the place of application, i. e. acropetally. On the other hand, GA always acted irrespective of the place of application, exerting a great stimulative influence on the growth of the uppermost apical bud, thus manifesting itself again as a typical hormone of apical dominance. The inhibitory action of 0.06 % IAA paste spread only basipetally; when applied to the root, an inhibitory effect was observed just in highly concentrated 1 % IAA paste. Complete correlative change in the growth of cotyledonary axillary buds can be induced in the seedlings of flax deprived of epicotyl and one cotyledon, if BA paste is applied to the petiole of the cut-off cotyledon: in such cases the axillary bud of the cut-off cotyledon grows more quickly than that of the cotyledon left intact. This testifies to the ability of cytokinins to attract native growth substances. Gibberellin has no such ability because similar application of this phytohormone does not induce any complete correlative change in the growth of cotyledonary axillary buds. On the other hand, gibberellin is able to interfere in curvature of flax hypocotyl stumps resulting from the stimulative action of the cotyledon.

growth regulators; resumption of disordered plant integrity; growth of axillary buds; regulatory action of cotyledons and roots; seedlings of pea and flax

ŠEBÁNEK, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Beitrag zum Studium der Ganzheit bei Erbse (Pisum sativum L.) und bei Flachs (Linum usitatissimum L.)*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 753-763.

Benzyladenin (BA), Gibberellin (GA) und  $\beta$ -Indolyllessigsäure (IAA) wurden in Form von Lanolinpasten auf die über der zweiten primären Hülle dekapitierte Erbsenpflanzen angewendet, und zwar entweder auf das Epikotyl zu der ersten oder zweiten primären Hülle oder auf den Keimblattnodus oder Wurzel. Es kam zum Vorschein, daß die Einwirkung von BA auf Auflösung der einzelnen Axillarkeimknöspchen von Inhibition sich nur über die Anstrichstelle, also akropetal ausweitete. Demgegenüber verursachte GA immer, ohne Rücksicht auf die Anwendungsstelle, ein merkbar stimuliertes Wachstum des höchsten Apikalkeimknöspchens und wirkte sich daher wieder als ein typisches Hormon der apikalen Dominanz aus. Die Inhibitionswirkung der 0,06 %-igen IAA-Paste weitete sich nur basipetal aus; bei Anwendung auf die Wurzel kam der Inhibitionseinfluß erst bei der stark konzentrierten 1 %-igen IAA-Paste zum Vorschein. Bei Flachs kann in Keimpflanzen, von denen das Epikotyl und ein Keimblatt beseitigt wurden, eine vollkommene korrelative Wendung im Wachstum der Keimblattaxillaren erregt werden, und zwar durch Anwendung der BA-Paste an den Blattstiel des abgeschnittenen Keimblatts: anstatt des Axillars des belassenen Keimblatts wächst dann stärker das Axillar des abgeschnittenen Keimblatts. Das zeugt bei Zytokinin über die starke Fähigkeit native Wuchsstoffe zu attrahieren. Diese Fähigkeit fehlt bei Gibberellin, da ähnliche Anwendung von diesem Phytohormon keine vollkommene korrelative Wendung im Wachstum der Keimblattaxillaren verursacht. Demgegenüber ist Gibberellin fähig, in die durch den Stimulationseinfluß des Keimblatts verursachte Biegungen der hypokotylen Stummel einzugreifen.

Wuchsregulatoren; Erneuerung der zerstörten Ganzheit bei Pflanzen; Wachstum axillarer Knospen; Regulationseinfluß der Keimblätter und Wurzeln; Keimpflanzen der Erbse und Flachs

---

*Adresa autora:*

Prof. dr. ing. Jiří Šebánek, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1-3, 662 65 Brno

Redakční rada vědeckého časopisu

## ROSTLINNÁ VÝROBA

připravuje pro rok 1978 tato tematická čísla:

- o chmelu (č. 3)
- o obilninách (č. 5)
- o kvalitě rostlinných produktů (č. 7)
- o cukrovce (č. 9)
- o agrotechnice zavlažovaných plodin (č. 11)
- o ekologii polních plodin (č. 12)

# PŘÍSPĚVEK KE STUDIU FYLOGENETICKÝCH REKAPITULACÍ OKRASNÝCH DŘEVIN

J. Králík, J. Šebánek

KRÁLÍK, J. — ŠEBÁNEK, J. (Botanický ústav ČSAV, Brno, Vysoká škola zemědělská, Brno): *Příspěvek ke studiu fylogenetických rekapitulací okrasných dřevin*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 765-774.

Po defoliaci letorostů dřevin v dubnu až v květnu vyrůstají náhradní prýty z pupenů, v nichž nejsou recentní listy ještě plně diferencovány. Pravděpodobně pod vlivem inhibic zavedených před tím listy se na náhradních prýtech realizují tvary listů odpovídající předkům příslušného druhu (tvary ancestrální). Takové fylogenetické rekapitulace poprvé získal pokusnou cestou Dostál (1952) na *Aesculus hippocastanum* L. Na *Aesculus parviflora* Walt. s recentními listy dlanitými se nám obdobně podařilo získat ancestrální listy zpeřené odpovídající čeledi *Sapindaceae* (předkům *Hippocastanaceae*). U *Acer negundo* L. s recentními listy lichozpeřenými jsme získali ancestrální listy jednoduché, často pětilaločnaté, podobné listům *Acer pseudoplatanus* L. U rodu *Sambucus* s recentními listy zpeřenými je možno poměrně snadno získat ancestrální listy jednoduché odpovídající příbuznému rodu *Viburnum* toliko u *Sambucus racemosa* L. Naproti tomu jen velmi obtížně lze je získat u *Sambucus nigra* L. Uvedenou metodu pokusného řešení evoluce rostlin by bylo vhodné doplnit biochemickým objasněním metabolismu, který za daných pokusných podmínek vede v pupenech k realizaci ancestrálních tvarů.

pokusná řešení evoluce; fylogenetické rekapitulace; jirovec malokvětý (*Aesculus parviflora* Walt.); javor jasanolistý (*Acer negundo* L.); bez hroznatý a černý (*Sambucus racemosa* L. et *Sambucus nigra*)

Podle biogenetického zákona je ontogeneze zkrácenou rekapitulací fylogeneze (Haeckel, 1866). Pozornost je přitom upřena především na embryonální vývoj, v němž se mohou prozradit tvary dávných předků, tedy tvary ancestrální (atavistické). Pokusné řešení fylogeneze je tak možné především v prvních fázích ontogeneze ještě před úplným založením všech dnešních (recentních) orgánů v semenech nebo v pupenech. Při sledování fylogenetické příbuznosti čeledi a rodů byla proto vždy mimořádná pozornost srovnávacích morfologů upřena na rostliny klíční. V prvních fázích ontogeneze jsou u většiny rostlin listy zpravidla jednodušší. Avšak např. u morfologicky pozoruhodného druhu hrachoru pačočkového (*Lathyrus aphaca* L.) je možno po šupinách a primárních listech pozorovat jen listy podobné fylodíím (zakrnělé čepele se zploštělým řapíkem), ale první dva listy na klíčnicích rostlinách jsou zpeřené; také tyto juvenilní listy jsou však považovány za atavistické (Wettstein, 1924). V klíční rostlině hrachu existuje zprvu vysoká hladina zábranných (inhibičních) látek vycházejících z děloh (Dostál, 1908). První dvě primární šupiny jsou pod vlivem těchto zábran značně zakrnělé, ale z korelativního hlediska nutné ke snížení zábran, jímž je umožněn vznik již prvních normálních lupenitých sudozpeřených listů s úponkou. Zesílíme-li však uměle zábrany v klíční rostlině dodáním syntetického inhibitoru maleinhydrazidu k bobtnajícím semenům, vznikají po primárních šupinách ještě atavistické trojčetné listy, typické pro



rostliny jetelovité (Dostál, 1959). To dokazuje, že ke vzniku ancestrálních forem je třeba zesílení zábran. Obdobně jako zárodek v semeni i pupen obsahuje embryonální základy orgánů příští rostliny a podobně jako na začátku ontogeneze v semeni i na začátku ontogeneze v pupenu je možno získat na podkladě pokusných zásahů tvary ancestrální, tzv. fylogenetické rekapitulace. U jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum* L.) je možno např. získat jako fylogenetickou rekapitulaci listy zpeřené místo recentních listů dlanitě dělených, jestliže odlistíme letorosty této dřeviny na počátku května (Dostál, 1952). Pak vyrůstají úžlabní pupeny listové v době, kdy v nich nedošlo ještě k úplné diferenciaci recentních tvarů a první listy na takto vyrostlých tzv. proleptických prýtech jeví právě tvary ancestrální. I zde se podle Dostála (1962) jedná o vliv inhibic zavedených před tím vyvinutými listy. Tak je pupen, donucený defoliací (tedy za neobvyklých podmínek) k předčasnému růstu, náhle vystaven inhibicím, čímž vlastně dojde ještě před diferenciací recentních listů v pupenu ke zpomalení embryonálního zakládání listů. To umožní rostlině realizovat listové tvary, které jsou jinak v normální ontogenezi přeskočeny. Obdobně se podařilo Sladkému (1957) na jasanu rekapitulovat místo recentních listů zpeřených ancestrální listy jednoduché a trojčetné a Dostálovi (1954, 1959) na šeríku rekapitulovat ancestrální listy s primitivní dichotomickou žilnatinou.

Cílem naší práce bylo přispět k dalšímu pokroku při studiu fylogenetických rekapitulací u dalších dřevin. Vycházeli jsme přitom z osvědčené defoliační metodiky poprvé záměrně užitě k pokusnému řešení fylogeneze Dostálem (1952) a současně jsme z fylogenetického hlediska věnovali pozornost i juvelním listovým tvarům u klíčících rostlin příslušných dřevin.

## MATERIÁL A METODY

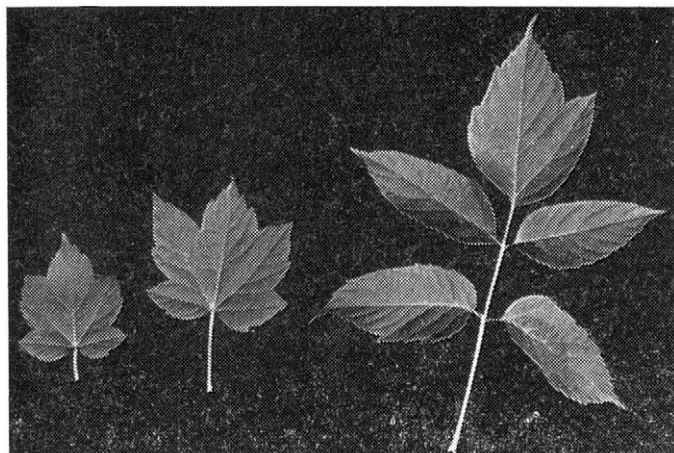
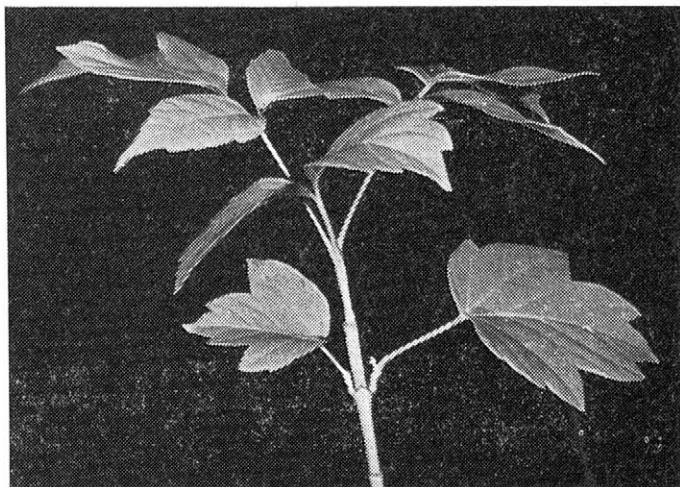
K pokusům byly zvoleny tyto dřeviny: javor jasanolistý (*Acer negundo* L.), jírovec malokvětý (*Aesculus parviflora* Walt.), bez černý (*Sambucus nigra* L.) a bez hroznatý (*Sambucus racemosa* L.). Na těchto dřevinách byly konány postupné defoliace letorostů v termínech, které jsou uvedeny při podrobném popisu jednotlivých pokusů, zpravidla však od konce dubna do začátku května. V průběhu měsíce června a července byly vyhodnocovány výsledky defoliací, tj. zaznamenávány popř. zakreslovány, fotografovány a ukládány do herbáře letorosty, u nichž došlo na proleptických výhonech k realizaci morfologických změn na listech, jež z fylogenetického hlediska bylo možno považovat za významné. Ve většině případů byly ancestrální listy na proleptických letorostech porovnávány s primárními listy na semenáčcích příslušného druhu. Pokusy byly konány v roce 1976, a to v případě javoru jasanolistého ve školce lesního závodu v Lednici na Moravě na dvouletých, desetiletých a patnáctiletých exemplářích a v zahradě VŠZ v Brně na tříletých exemplářích; v případě jírovce malokvětého na Botanické zahradě a arboretu VŠZ v Brně na 5 let starých pařezových výmladcích; v případě bezu černého v areálu lesní školky v Lednici na Moravě z pařezových výmladků a na četných dalších místech brněnského okolí na 5 až 15 let starých exemplářích; v případě bezu hroznatého pak v areálu polesí Kuřim, Křižanov a Říkonín na keřích 5 až 15 let starých.

## VÝSLEDKY

### POKUSY NA JAVORU JASANOLISTÉM (*ACER NEGUNDO* L.)

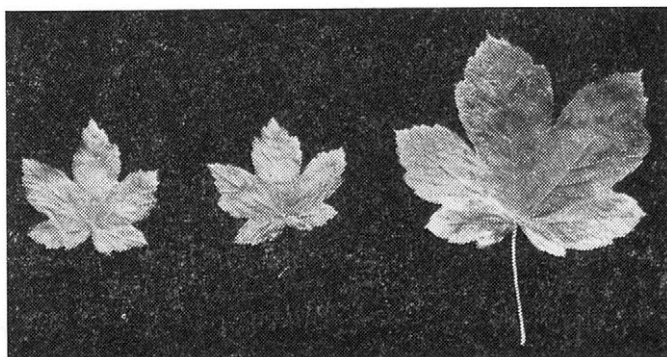
S pokusy jsme započali 29. 4., kdy jsme defoliovali 20 letorostů na dvouletých exemplářích v Lednici. Dne 10. 6. bylo možno konstatovat,

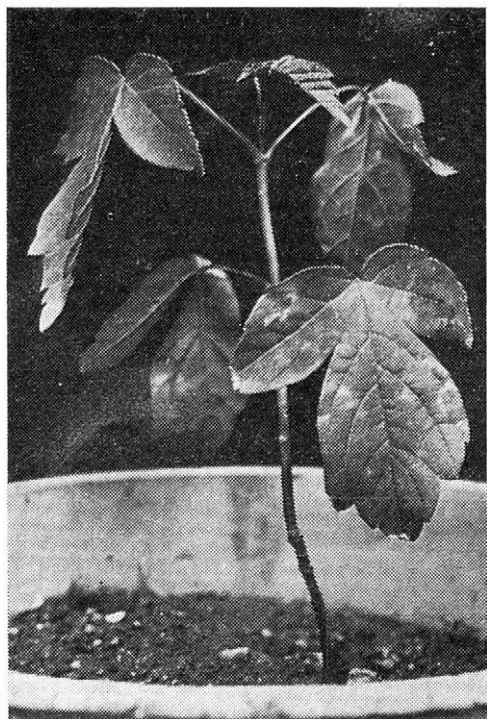
1. Letorost vyrostlý po defoliaci javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.); defoliace provedena 13. 5. 1976; první dva listy ancestrální povahy jsou jednoduché, pětiločné — An annual shoot grown after defoliation of *Acer negundo* L.; defoliation performed May 13, 1976; the first leaves of ancestral character are single five-lobed ones



2. Vlevo první dva listy ancestrální povahy, vpravo lichozpeřený list recentní povahy javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.) (srovnej obr. 1) — The first two leaves of ancestral character (left), an odd-pinnate leaf of recent character (right) of *Acer negundo* L. (compare with Fig. 1)

3. Recentní listy javoru kleny (*Acer pseudoplatanus* L.) jeví nápadnou shodu s ancestrálními listy javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.) (srovnej obr. 1 a 2) — Recent leaves of *Acer pseudoplatanus* L. exhibit a conspicuous coincidence with ancestral leaves of *Acer negundo* L. (compare with Figs. 1 and 2)





4. Semenáček javoru jasanolistého (*Acer negundo* L.) s prvními listy jednoduchými a výrazně trojlaločnými — A seedling of *Acer negundo* L. with first single, expressively three-lobed leaves

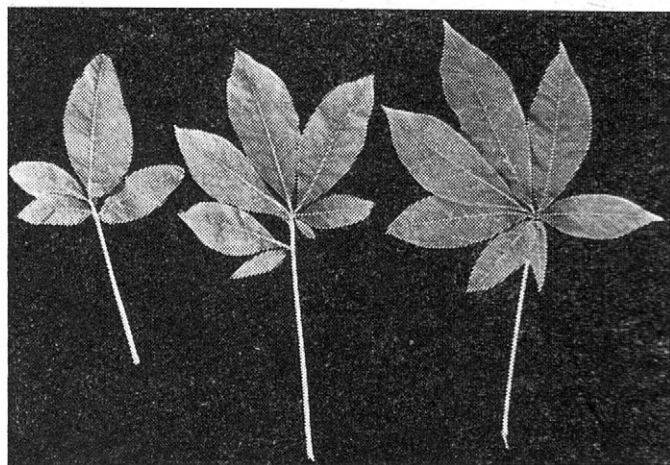
že na 16 letorostech se vytvořily první listy jednoduché. Dne 13. 5. jsme zařídili další pokus, v němž jsme souběžně defoliovali 4 letorosty na 15 let starém jedinci v Lednici a 12 letorostů na tříletých exemplářích v Brně. Také v tomto případě bylo možno dne 10. 6. na jednom náhradním letorostu v Lednici a dne 20. 6. na 8 náhradních letorostech v Brně konstatovat, že se realizovaly první listy jednoduché, a to buď třílaločné, nebo pětílaločné, nápadně připomínající listy javoru kleny (*Acer pseudoplatanus* L.) (obr. 1 až 3). Defoliace, konané na dalších exemplářích javoru jasanolistého 20. 5. a později, nedávaly již možnost v žádném případě zaznamenat na náhradních letorostech morfologické změny na listech. Závěry těchto pokusů z roku 1976 plně odpovídají výsledkům, k nimž dospěl jeden z nás již v roce 1962 i v letech následujících (Voříšek a Šebánek, 1963).

Z důvodů uvedených v úvodu jsme věnovali pozornost i semenáčkům javoru jasanolistého (obr. 4); primární listy jsou na nich jednoduché, většinou však výrazně trojlaločné.

#### POKUSY NA JÍROVCI MALOKVĚTĚM (*AESCULUS PARVIFLORA* WALT.)

Defoliace byla vykonána na 12 letorostech dne 11. 5. Po vyhodnocení dne 20. 6. se ukázalo, že na náhradních 5 letorostech se vytvořily první listy (počet 1–2) zpeřené místo normálních listů dlanitě dělených (obr. 5, 6).

5. Letorost vyrostlý po defoliaci jírovce malokvětého (*Aesculus parviflora* Walt.) (provedeno 11. 5. 1976); první list ancestrální povahy (vlevo) je zpeřený na rozdíl od ostatních listů dlanitých — An annual shoot grown after defoliation of *Aesculus parviflora* Walt.; defoliation performed May 11, 1976; the first leaf of ancestral character (left) is a pinnated one, in contradistinction to the other palmated leaves

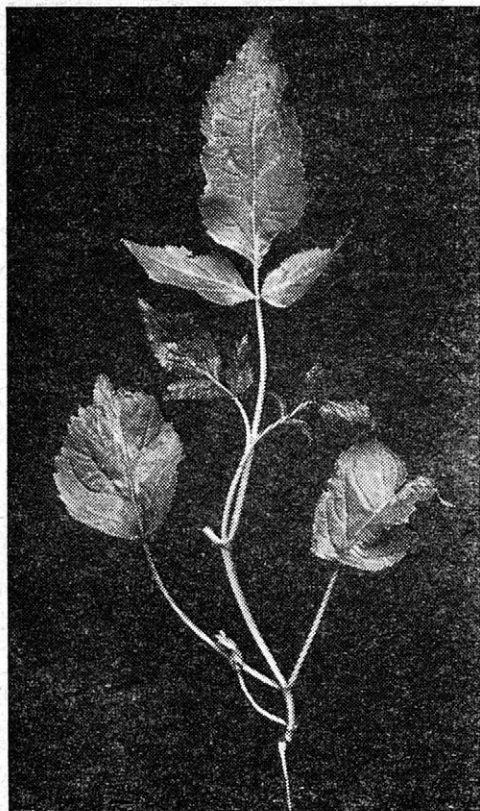


6. Listy z letorostu jírovce malokvětého (*Aesculus parviflora* Walt.), který vyrostl po defoliaci 11. 5. 1976 vlevo list zpeřený ancestrální povahy, vpravo list dlanitý, (recentní), uprostřed přechodný tvar mezi oběma typy — The leaves of an *Aesculus parviflora* Walt. annual shoot, grown after defoliation May 11, 1976; on the left pinnated leaf of ancestral character, on the right palmated (recent) leaf, in the middle an interstage form between both types

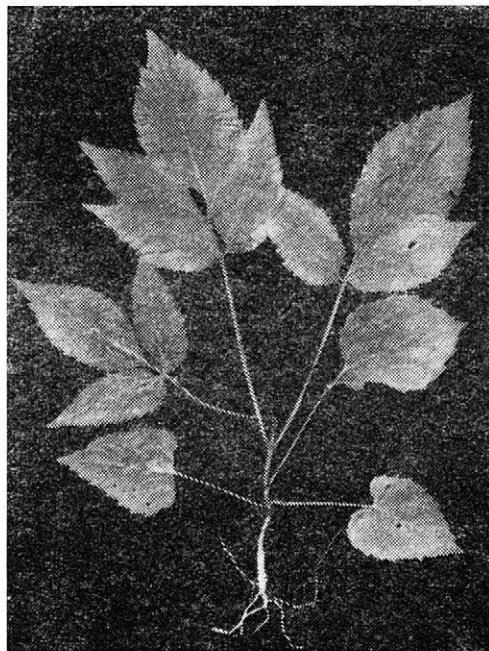
#### POKUSY NA BEZU ČERNÉM (*SAMBUCUS NIGRA* L.)

Dne 29. 4. bylo defoliováno 30 letorostů na pařezových výmladcích, dále na 5 až 15 let starých keřích, a to: 30 letorostů 11. 5., 10 letorostů 13. 5., 12 letorostů 15. 5. a 20 letorostů 16. 5. Při kontrole dne 3. 6. pouze ve třech případech, a to po defoliaci ze dne 29. 4., bylo možno zaznamenat na náhradních letorostech první listy změněných tvarů: místo lichozpeřených byly nejprve jednoduché a pak trojčetné (obr. 7). Avšak ve všech ostatních případech, jak prozradily i pozdější kontroly, k realizaci těchto ancestrálních forem nedošlo. Také na semenáčcích černého bezu je možno téměř pravidelně zaznamenat primární listy jednoduché (obr. 8).





7. Letorost vyrostlý po defoliaci bezu černého (*Sambucus nigra* L.); defoliace provedena dne 29. 4. 1976; první dva listy ancestrální povahy jsou jednoduché namísto recentních listů zpeřených — An annual shoot grown after defoliation of *Sambucus nigra* L.; defoliation performed April 29, 1976; the first two leaves of ancestral character are single, instead of recent pinnated leaves

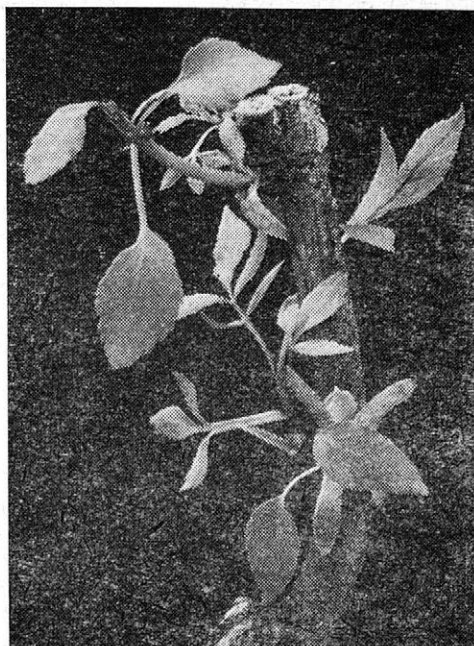


8. Semenaček bezu černého (*Sambucus nigra* L.) s prvními listy jednoduchými — A seedling of *Sambucus nigra* L. with first single leaves

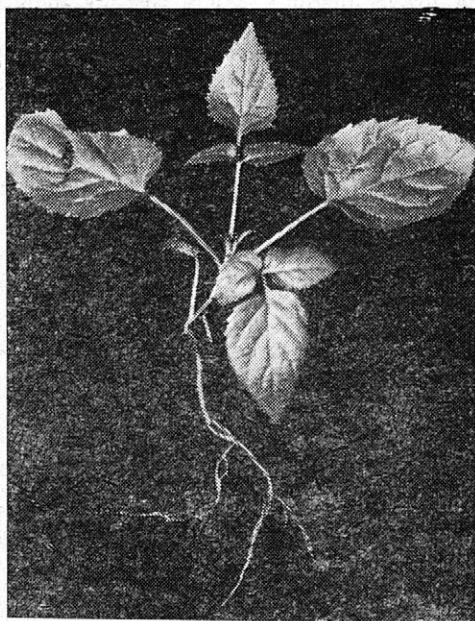
#### POKUSY NA BEZU HROZNATĚM (*SAMBUCUS RACEMOSA*)

Dne 15. 5. bylo defoliováno 18 letorostů a dne 16. 5. 10 letorostů. Při kontrole keřů z prvního termínu defoliace dne 16. 8. bylo možno zaznamenat u 12 náhradních prýtů první listy změněných tvarů, a to opět místo recentních listů lichozpeřených nejprve listy jednoduché a pak trojčetné. Při kontrole keřů z druhého termínu defoliace dne 14. 9. jsme zaznamenali u 5 náhradních prýtů opět stejné morfologické změny prvních listů jako při prvním termínu defoliace (obr. 9). Také na semenáčcích bezu hroznatého je možno zaznamenat jednoduché primární listy (obr. 10).





9. Letorosty bezu hroznatého (*Sambucus racemosa* L.); jednoduché listy ancestrální povahy vyrostly vedle listů lichozpeřených — Annual shoots of *Sambucus racemosa* L.; single leaves of ancestral character grew beside odd-pinnated ones



10. Semenaček bezu hroznatého (*Sambucus racemosa* L.) s prvními listy jednoduchými — A seedling of *Sambucus racemosa* L. with first single leaves

## DISKUSE

Defoliační pokusy na javoru jasanolistém prokázaly možnost rekapitulace ancestrálních listových tvarů prozrazujících příbuzenské vztahy v rodu javor (*Acer*). Zatímco javor jasanolistý má recentní listy lichozpeřené (jednojařmé, zpravidla však dvoujařmé), ostatní naše javory mají listy jednoduché, z nich klen (*Acer pseudoplatanus* L.) typicky dlanitě rozeklané do 5 laloků. Právě takové listy, jež je možno pokládat za ancestrální, bylo možno v četných případech pozorovat na proleptických prýtech po defoliaci javoru jasanolistého. Tento závěr pokusné morfologie ostatně potvrzuje představu srovnávacích morfologů, kteří do rodu *Acer* zařazují zpravidla javor jasanolistý až za všechny ostatní druhy javoru. Primární listy semenáčků javoru jasanolistého jsou rovněž jednoduché, avšak většinou jasně trojlaločné, připomínající listy javoru montpelierského (*Acer monspessulanum* L.). I takové trojlaločné listy je možno vedle typických pětilaločných pozorovat jako ancestrální na proleptických prýtech po defoliaci javoru jasanolistého.

Jírovec malokvětý, okrasná dřevina severoamerického původu, vysazovaná v parcích poměrně zřídka, byl do našich pokusů zařazen pod vlivem dnes již klasických výsledků, jichž dosáhl při pokusném řešení fylogeneze Dostál (1952)

na jírovci maďalu. Klíční rostliny tohoto druhu nejeví nikdy zpeřené listy, jež lze pozorovat jako ancestrální na proleptických letorostech po defoliaci počátkem května. Naše pokusy ukázaly, že obdobné zpeřené listy je možno vidět i na proleptických letorostech jírovce malokvětého, což lze interpretovat podobně, jako to činí Dostál (1962), a to tak, že se tím prozrazuje příbuzenský vztah jírovcovitých (*Aesculaceae*) ke starší skupině mýdelníkovitých (*Sapindaceae*) se zpeřenými listy. Na exempláři jasanovce latnatého (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) z této čeledi, pěstovaného před vchodem do hlavní budovy VŠZ v Brně, se nám však po několik let nikdy nepodařilo po defoliacích konaných od počátku května pozorovat na náhradních letorostech jakékoliv morfologické změny listů. Jak vyplývá i z pokusů popsanych v této práci, je doba defoliace letorostu velmi významná, neboť je nutno odlístení vykonat závčas před ukončením diferenciace recentních listů v pupenech. Pozoruhodné z toho hlediska je, že i u javoru jasanolistého se ancestrální listové tvary objevil v roce 1976 toliko na letorostech po defoliaci vykonané před 20. 5. V téže roce konané defoliace na čtyři roky starých jedincích jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum* L.) v Brně prozradily ancestrální listové tvary na náhradních letorostech po odlístení 1. 5., 5. 5., 9. 5. i 14. 5. Teprve později konané defoliace byly již bez účinku na změny tvaru listů (Šebánek a Králík, 1976).

Na bezu hroznatém konal rekapitulační pokusy již Mrkos (1969), který popsal ancestrální listy jednoduché i trojčetné, avšak v některých případech i laločnaté s vyvinutou pochvou, jež považuje za přechodné tvary mezi šupinami a typickými listy. Také v našich pokusech s bezem hroznatým byly tyto přechodné tvary pozorovány, avšak v pokuse s javorem jasanolistým a jírovcem malokvětým pozorovány nebyly. Za fylogeneticky cenné je možno považovat toliko skutečné lupenité listy, nikoliv tedy přechodné formace mezi nimi a šupinami. Ty jsme pozorovali v hojně míře např. po defoliacích pajasanu cizího (*Ailanthus peregrina* Berkl.), kde je proto nutno v defoliačních pokusech ještě pokračovat (Šebánek a Králík, 1976).

Jednoduché listy u bezu hroznatého pokládá již Mrkos (1969) za typicky fylogenetickou rekapitulaci připomínající listy některých druhů rodu kalina (*Viburnum*), který ve fylogenezi předcházel rodu bez (*Sambucus*). Mrkos (1969) dále uvádí ve své práci, že defoliace letorostů bezu černého vedly k témuž výsledku jako u bezu hroznatého. Podle výsledků naší práce je však možnost dosažení ancestrálních listových forem u černého bezu velmi silně omezena a ještě se týká toliko námi zvoleného nejčasnějšího termínu defoliace (v příslušném pokusném roce konce dubna).

Fyziologický přístup k tomuto pokusnému řešení rostlinné fylogeneze nabádá k hlubšímu studiu a objasnění biochemických rozdílů v pupenech v době před ukončením diferenciace recentních tvarů a po jejím ukončení, zvl. také s ohledem na Dostálovu (1962) hypotézu o inhibiční povaze fylogenetických rekapitulací. Hluboký biochemický výzkum bude pak teprve moci objasnit, jakými cestami probíhala evoluce v přírodě a jakými metodami ji bude možno dále urychlit ve prospěch člověka (Sladký, 1957).

## Literatura

- DOSTÁL, R.: Korelační vztahy u klíčních rostlin *Papilionaceí*. Rozpravy Čes. Akad., tř. II, 17, 1908, s. 1-44.
- DOSTÁL, R.: Experimentální morfogenese pupenů jírovce (*Aesculus hippocastanum* L.). Práce Mor. Akad. věd přír., 24, 1954, s. 109-146.
- DOSTÁL, R.: O příčinách dichasiálního sympodia na šeríku (*Syringa vulgaris*). Práce Brněn. zákl. ČSAV, 26, 1954, s. 1-44.
- DOSTÁL, R.: Další experimentálně morfologické studie. Práce Brněn. zákl. ČSAV, 31, 1959, s. 1-76.
- DOSTÁL, R.: Fyziologie růstu, vývoje a pohybu rostlin. Zemědělská botanika II, Praha, SZN 1962.
- HAECKEL, E.: Generelle Morphologie der Organismen, Berlin 1866.

MRKOS, O.: Rekapitulační pokusy s bezem hroznatým (*Sambucus racemosa* L.). Univ. Palackianae Olomucensis, fac. nat. 31, 1969, s. 41-48.

SLADKÝ, Z.: Lze vývoj rostlin poznat morfologickými pokusy? Živa, 5, 1957, s. 162-163.

ŠEBÁNEK, J. — KRÁLÍK, J.: Rekapitulační pokusy s pajasanem žlaznatým a dalšími dřevinami. 1976 (v tisku).

VOŘÍŠEK, V. — ŠEBÁNEK, J.: Praktikum z rostlinné fyziologie pro zemědělské fakulty, SPN Praha, 1963.

WETTSTEIN, R.: Handbuch der systematischen Botanik. Leipzig und Wien 1924.

Došlo dne 2. 3. 1977

КРАЛИК, Я. — ШЕБАНЕК, Й. (Ботанический институт Чехословацкой Академии наук, Брно; Сельскохозяйственный институт, Брно): К изучению филогенетических рекапитуляций декоративных древесных пород. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7): 765-774.

После удаления годовых побегов древесных пород в апреле и мае вырастают вторичные побеги из почек, в которых новые листья еще не вполне дифференцированы. Под влиянием ингибирования, введенного перед этим листьями, на вторичных побегах образуются, вероятно, формы листьев, соответствующие предкам принадлежащего вида (предковая форма). Такие филогенетические рекапитуляции были получены экспериментально впервые Досталом (1952) у *Aesculus hippocastanum* L. Подобно мы получили предковые перистые листья, соответствующие семейству *Sapindaceae* (предкам *Hippocastanaceae*) у *Aesculus parviflora* Walt., с новыми лапчатыми листьями. У *Acer negundo* L. с новыми непарноперистыми листьями мы получили простые предковые листья, часто пятилопастные, похожие на листья *Acer pseudoplatanus* L. У рода *Sambucus* с новыми перистыми листьями сравнительно легко получают простые предковые листья, соответствующие родственному роду *Viburnum* только у *Sambucus racemosa* L. Наоборот, они получаются очень трудно у *Sambucus nigra* L. Полезно было бы дополнить приведенный метод экспериментального решения эволюции растений биохимическим объяснением метаболизма, ведущего в почках, при данных экспериментальных условиях, к образованию предковой формы.

экспериментальные решения эволюции; филогенетические рекапитуляции; *Aesculus parviflora* Walt.; *Acer negundo* L.; *Sambucus racemosa* L. и *Sambucus nigra* L.

KRÁLÍK, J. — ŠEBÁNEK, J. (Botanical Institute of the Czechoslovak Academy of Sciences, Brno; University of Agriculture, Brno): A Contribution to the Study of Phylogenetic Recapitulations of Decorative Woody Species. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7): 765-774.

After defoliation of annual shoots of woody species in April and May reserve shoots grew out from the buds in which recent leaves had not been fully differentiated yet. On reserve shoots leaves were shaped in accordance with ancestors of the corresponding species (ancestral forms), probably under the influence of inhibitors introduced before by the leaves. Such phylogenetic recapitulations were obtained first by Dostál (1952) in experiments with *Aesculus hippocastanum* L. We were successful in obtaining pinnated ancestral leaves corresponding to the family *Sapindaceae* (ancestors of *Hippocastanaceae*) in *Aesculus parviflora* Walt. with recent palmated leaves. In *Acer negundo* L. with recent odd-pinnated leaves we obtained single, often five-lobed, ancestral leaves, similar to those in *Acer pseudoplatanus* L. In the same genus *Sambucus* with recent pinnated leaves, single ancestral leaves, corresponding to the related genus *Viburnum*, can be obtained easily only in *Sambucus racemosa* L. On the contrary, in *Sambucus nigra* L. they can be obtained only with difficulties. It would be suitable to complete the above mentioned method of experimental solution of plant evolution with biochemical explanation of the metabolism responsible for the realization of ancestral forms in buds under given experimental conditions.

experimental solutions of evolution; phylogenetic recapitulations; *Aesculus parviflora* Walt.; *Acer negundo* L.; *Sambucus racemosa* L.; *Sambucus nigra* L.

KRÁLÍK, J. — ŠEBÁNEK, J. (Botanisches Institut der Tschechoslow. Akademie der Wissenschaften, Brno; Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Beitrag zum Studium phylogenetischer Rekapitulationen bei Zierholzarten*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 765-774.

Nach Abfall der Jahrestriebe bei Gehölzern im April bis Mai wachsen Ersatztriebe aus Keimknospchen, in denen rezente Blätter noch nicht voll differenziert sind, aus. Wahrscheinlich infolge der bevor eingeführten Inhibitionen realisieren sich an den Ersatztrieben Blattformen, die den Vorfahren der entsprechenden Art entsprechen (anzestrale Formen). Solche phylogenetischen Rekapitulationen wurden zum erstenmal auf dem Versuchswege von Dostál (1952) bei *Aesculus hippocastanum* L. gewonnen. Bei *Aesculus parviflora* Walt. mit rezenten gefingerten Blättern ist uns auf ähnliche Weise gelungen, anzestrale, der Familie *Sapindaceae* (Vorfahren der *Hippocastanaceae*) entsprechende gefiederte Blätter zu gewinnen. Bei *Acer negundo* L. mit rezenten unpaarig gefiederten Blättern haben wir anzestrale einfache, oft fünflappige, den Blättern von *Acer pseudoplatanus* L. ähnliche Blätter gewonnen. Bei der Gattung *Sambucus* mit rezenten gefiederten Blättern ist es verhältnismäßig leicht anzestrale einfache, der verwandten Gattung *Viburnum* ähnliche Blätter nur bei *Sambucus racemosa* L. zu gewinnen. Bei *Sambucus nigra* L. ist es im Gegenteil sehr schwierig solche Blätter zu gewinnen. Es wäre zweckmäßig die angeführte Methode für Lösung der Evolution bei Pflanzen mit biochemischer Aufklärung des Metabolismus, der unter den gegebenen Versuchsbedingungen in Keimknospchen Realisierung der anzestrale Formen verursacht, zu ergänzen.

Versuchslösungen der Evolution; phylogenetische Rekapitulationen; Roßkastanie (*Aesculus parviflora* Walt.); Eschenblättriger Ahorn (*Acer negundo* L.); Traubenholunder und Schwarzer Holunder (*Sambucus racemosa* L. et *Sambucus nigra*)

---

*Adresy autorů:*

Ing. Jan Králík, Botanický ústav ČSAV, Botanická 8, 602 00 Brno  
Prof. dr. ing. Jiří Šebánek, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

---

# STUDIE K DYNAMICE ENDOGENNÍCH RŮSTOVÝCH LÁTEK VE VZTAHU K DORMANCI A PORŮSTAVOSTI OBILEK JARNÍHO JEČMENE

J. Podešva

PODEŠVA, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Studie k dynamice endogenních růstových látek ve vztahu k dormanci a porůstavosti obilek jarního ječmene*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 775-783.

Sledování dynamiky hladiny endogenních giberelinů, auxinů, inhibitorů a intenzity respirace obilek jarního ječmene během jejich vývinu, zrání a dormance prokázalo nejvyšší hladinu nativních giberelinů na začátku jejich mléčné zralosti. Při přechodu k voskové zralosti dochází k prudkému poklesu hladiny giberelinů a k vzestupu aktivity endogenních inhibitorů. Klíčivá energie a zkrácení doby dormance jsou příznivě ovlivněny opakovanými postřiky rostliny roztokem 50 mg l<sup>-1</sup> giberelové kyseliny (GA<sub>3</sub>) v době postmléčné zralosti obilek. Ošetření rostlin opakovanými postřiky roztoky 100–250 mg l<sup>-1</sup> alfa-naftyl-octové kyseliny (NAA) vede k prodloužení a zesílení dormance a k omezení porůstavosti obilek v klasech. Snížení porůstavosti obilek bylo také pozorováno po ošetření rostlin roztoky 500–1000 mg l<sup>-1</sup> maleinhydrazidu (MH). Hodnoty respirační aktivity obilek se významně snižují k nástupu dormance. Aplikace postřiků roztoky giberelinů nebo syntetických inhibitorů vede k posílení nebo zeslabení respirace obilek.

endogenní gibereliny; auxiny; inhibitory; respirace; postřiky

V regulaci klíčního odpočinku obilnin lze rozlišit dva typy mechanismů navzájem se často doplňujících. Jeden souvisí se strukturálními zábranami, druhý je spojen s vlivem endogenních růstových regulátorů. Teprve v poslední době je při výzkumu fyziologie klíčního odpočinku semen věnována větší pozornost druhému typu: úloze nativních růstových látek stimulačního a inhibičního charakteru.

V hodnocení jejich významu jsou zřetelné tři směry: vytvélit dormanci semen nedostatkem stimulatorů, přítomností inhibitorů nebo vzájemným působením obou skupin regulátorů růstu (Wheeler, 1972; Tana da, 1973).

Z nativních stimulatorů vyskytujících se v semenech a plodech, tj. cytokininů, auxinů a giberelinů, je největší zájem soustředěn na úlohu giberelinů. Již Naylor a Simpson (1961) a Simpson (1965) dokázali, že obsah giberelinů v semenech při výstupu z dormance se zvyšuje a experimentálně potvrdili hypotézu o závislosti dormance a její hloubky na obsahu a aktivitě giberelinů. Úlohu giberelinů v klíčním odpočinku semen potvrzují také výsledky prací zabývajících se aplikací exogenních giberelinů na dormantní semena (Nikolajeva, 1962; Khan et al., 1971; Ludwig, 1971 a řada dalších).

Podobnou úlohu jako gibereliny v překonání dormance mohou zastávat i cytokiny (Amen, 1968). Obhlídalová a Hradilík (1975) zjistili výrazný vliv kinetinu v různé koncentraci na přerušení dormance obilek odrůd jarního ječmene s dlouhým posklizňovým odpočinkem, a to máčením obilek již těsně po sklizni. Také ethrel překonává u některých odrůd jarního ječmene dormanci obilek, Michael et al. (1970) vyslovují hypotézu, že cytokininy se podílejí i na regulaci terminálních fází zrání obilek, přičemž zesilují akumulární procesy v narůstajícím zrnu, prodlužují dobu vyzrávání a zvětšují absolutní hmotnost obilek. Předpokládají, že obsah cytokininů v terminálních fázích dozrávání obilek závisí převážně na jejich přísunu



z meristémů kořenů. Z tohoto hlediska se hodnotí možnosti úlohy kořenového systému a jeho vztahu před zralostí rostlin a podobně i význam transpiračního proudu a akropetálního šíření a zásobení obilek cytokininy.

Práci týkající se úlohy růstových látek indolové povahy je ve srovnání s počtem prací o úloze giberelinů v posklizňovém odpočinku semen již méně a prezentují často rozdílné výsledky. Exogenně aplikovaná IAA však nejen stimuluje, ale také brzdí klíčení semen podle koncentrace roztoku (Podešva, 1959). Mnoho autorů předpokládá, že auxiny jsou nutné pro růst zárodku, neboť jejich obsah se zvyšuje v době klíčení semen (Hemberg, 1955; Michalski, 1967). Obhlídalová a Hradilík (1975) indukovali pomocí IAA uměle dormanci exstirpovaných embryí jarního ječmene. Zjistili, že GA<sub>3</sub> a kinetin překonávají auxinem indukovanou inhibici růstu klíčku. Nikolajeva (1962) zjistila v endospermu a zvláště v embryu klidových semen vysokou koncentraci IAA, která se v průběhu stratifikace snižovala.

Účast inhibitorů v mechanismu klíčního odpočinku dokazuje nejen jejich vysoký obsah v klidových semenech (zejména obsah abscisové kyseliny — ABA nebo fenolických komplexů), ale také zjištění, že ve fázi dozrívání dormance a na začátku klíčení klesá v semenech koncentrace těchto látek inaktivací jejich molekul (Côme, 1970, 1974).

Dorne (1974) zjistil silné inhibice způsobené fenolickými komplexy v dormantních nážkách *Chenopodium bonus-henricus* L. Souvislosti mezi biochemickými vlastnostmi obalů embryí (endospermu, testy, perikarpu) v obilkách jarní pšenice a hloubkou dormance uvádějí také Abramova a Gurinovič (1972), u jiných rostlin Kefeli (1971) a další autoři.

## MATERIÁL A METODY

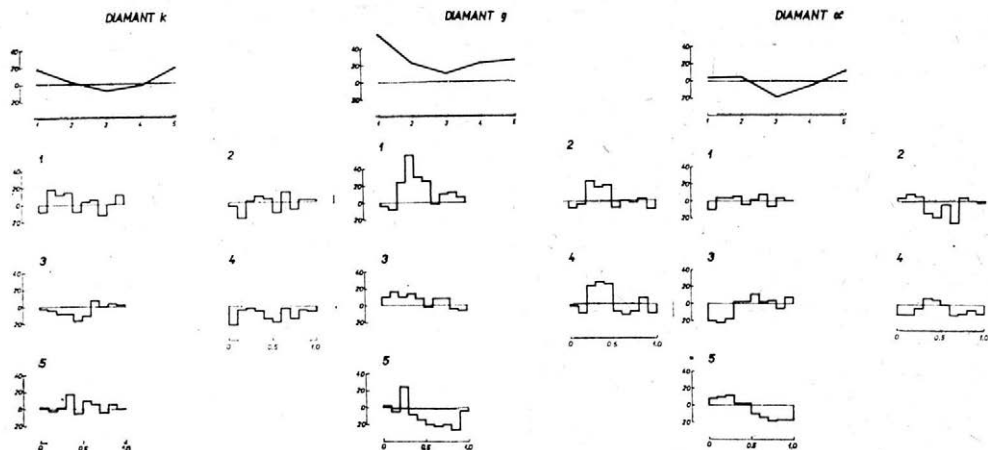
V polních a nádobových pokusech v letech 1971–1975 jsme sledovali hladinu endogenních giberelinů, auxinů a inhibitorů v obilkách jarního ječmene (*Hordeum vulgare* subsp. *distichon*) s krátkou ('Valtický', 'Diamant'), střední ('Elgina') a dlouhou dobou dormance ('Gerda'), a to ve fázi zelené, mléčné, voskové a morfologické zralosti, přes období navozování, nástupu a hluboké dormance, v době ukončení dormance a v období postdormance.

K stanovení hladiny giberelinů bylo použito metanolových extraktů z 5g vzorků celých (kalibrovaných) obilek a následující chromatografie na tenké vrstvě podle metody Semdnera et al. (1962) a *Lactuca*-biotestu na hypokotylech odrůdy 'Stupický kamenáč'.

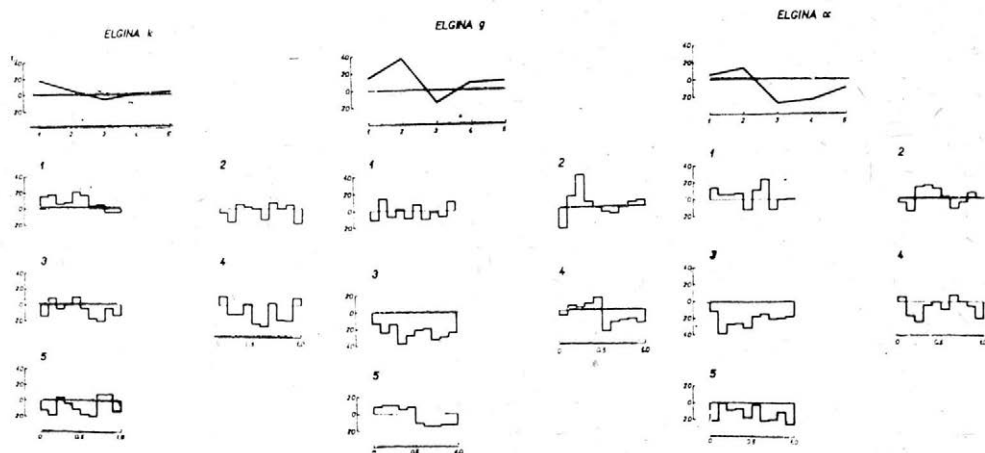
Aktivita nativních auxinů byla sledována v metanolových extraktech z 20 g vzorků vytržiděných obilek frakce nad 2,5 mm po jejich homogenizaci v třecí misce nebo u vyzrálých suchých obilek v mlýnku ETA. Po filtraci a odpaření na vodní lázni při teplotě 40 °C byl vodný zbytek převeden do dělicí nálevky a 3X protřepáván éterem. Horní vrstva v éterovém sloupci byla vpravena do odpařovací misky. Po odpaření byl odparek rozpuštěn ve 2 ml etanolu a převeden do zkumavičky. Takto připravený vzorek byl v objemu 1 ml nanesen na chromatografické desky s tenkou vrstvou celulózoového pudru. Dělení probíhalo ve vyvíjející směsi izopropanolu, amoniaku a vody. Detekce standardů IAA byla uskutečněna Salkovského činidlem (růžovo-fialová skvrna). Jednotlivá políčka  $R_f$  — pásem byla žiletkou seškrábnuta do připravených Petriho misek o průměru 4 cm s 2 ml 20% sacharózy. Biologická účinnost extraktů byla sledována na segmentech koleoptilí pšenice odrůdy 'Kašická'. Stimulační zóna prodlužovacího růstu byla pozorována v rozmezí  $R_f$  04–07, což bylo také potvrzeno chemickou detekcí.

V obilkách různé fáze vývoje byla zjišťována produkce CO<sub>2</sub> (mg g. č. h. h<sup>-1</sup>) metodou plynové chromatografie, podle originálně upravené metodiky Bečky a Ocelky (1973).

K ovlivnění průběhu a délky doby dormance obilek a jejich porůstavosti v klasích u odrůd s různou přirozenou délkou dormance (posklizňového dozrávání) byly v obilkách na začátku jejich voskové zralosti aplikovány na pokusné rostliny postřiky roztoky giberelové kyseliny — GA<sub>3</sub> (50 mg l<sup>-1</sup>), chlorcholinchloridu — CCC (0,25%), alfa-naftylactové kyseliny — NAA (100–250 mg l<sup>-1</sup>) a maleinhydrazinu — MH (500–1000 mg l<sup>-1</sup>), celkem dvakrát v týdenních intervalech, do úplného orosení klasů a listů posledního patra stébela.



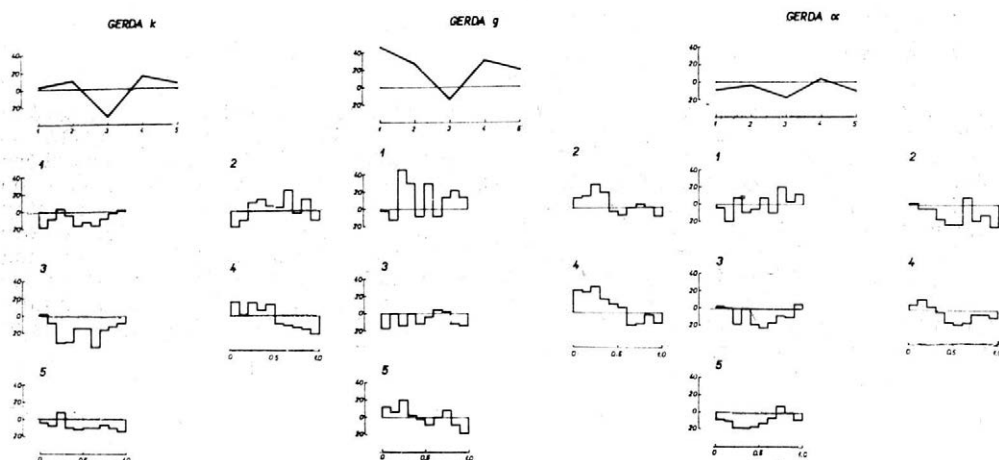
1.—3. Střední hodnoty aktivity endogenních giberelinů na  $R_f$  02—04 v obilkách odrůdy 'Diamant' před a po sklizni a po dvou ošetřeních rostlin postřiky  $H_2O$  (k),  $GA_3$  — 50  $mg\ l^{-1}$  (g) a NAA — 250  $mg\ l^{-1}$  ( $\alpha$ ) v roce 1974; na abscise jednotlivé odběry obilí, sklizeň v době třetího odběru (1. 8.); na ordinátě procento stimulací nebo inhibic podle hypokotýlového *Lactuca*-biotestu — The mean values of the activity of endogenous gibberellins on  $R_f$  02—04 in the grains of the 'Diamant' variety before and after harvest and after two treatments of the plants with  $H_2O$  (k),  $GA_3$  — 50  $mg$  per  $l$  (g) and NAA — 250  $mg$  per  $l$  ( $\alpha$ ) in 1974; individual samplings of grains are shown on the abscissa; the crop was harvested at the time of the third sampling (August 1); the percentage of inhibitions and stimulations as determined by means of the hypocotyl *Lactuca*-bioassay are shown on the ordinate



4.—6. Střední hodnoty aktivity endogenních giberelinů na  $R_f$  02—04 v obilkách odrůdy 'Elgina' před a po sklizni a po dvou ošetřeních rostlin postřiky  $H_2O$  (k),  $GA_3$  — 50  $mg\ l^{-1}$  (g) a NAA — 250  $mg\ l^{-1}$  ( $\alpha$ ) v roce 1974; na abscise jednotlivé odběry obilí, sklizeň v době třetího odběru (1. 8.); na ordinátě procento stimulací nebo inhibic podle hypokotýlového *Lactuca*-biotestu — The mean values of the activity of endogenous gibberellins on  $R_f$  02—04 in the grains of the 'Elgina' variety before and after harvest and after two treatments of the plants with  $H_2O$  (k),  $GA_3$  — 50  $mg$  per  $l$  (g) and NAA — 250  $mg$  per  $l$  ( $\alpha$ ) in 1974; individual samplings of grains are shown on the abscissa; the crop was harvested at the time of the third sampling (August 1); the percentage of inhibitions and stimulations as determined by means of hypocotyl *Lactuca*-bioassay are shown on the ordinate

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Nejvyšší hodnota hladiny nativních endogenních giberelinů v obilkách sledovaných odrůd, bez ohledu na jejich přirozenou délku posklizňového odpočinku, byla zjištěna na začátku mléčné zralosti obilek. Při přechodu k fenologické fázi voskové zralosti obilek dochází k prudkému poklesu stimulací, s výraznějšími inhibičními projevy u odrůd s přirozeně dlouhou a hlubokou dormancí. Zmírnění poklesu hladiny giberelinů a snížení inhibičních projevů bylo docíleno postřiky rostlin roztoky GA<sub>3</sub> ve fázi postmléčné zralosti obilek a později. Opakované postřiky roztoky NAA vedly k posílení inhibic a k prodloužení doby posklizňového odpočinku (obr. 1–9).

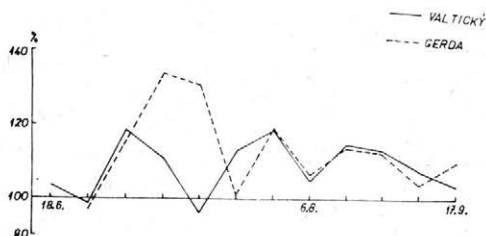


7.–9. Střední hodnoty aktivity endogenních giberelinů na  $R_f$  02–04 v obilkách odrůdy 'Gerda' před a po sklizni a po dvou ošetřeních rostlin postřiky H<sub>2</sub>O (k), GA<sub>3</sub> – 50 mg l<sup>-1</sup> (g) a NAA – 250 mg l<sup>-1</sup> (α) v roce 1974; na abscise jednotlivé odběry obilek, sklizeň v době třetího odběru (8. 8.); na ordinátě procento stimulací nebo inhibic podle hypokotylového *Lactuca*-biotestu – The mean values of the activity of endogenous gibberellins on  $R_f$  02–04 in the grains of the 'Gerda' variety before and after harvest and after two treatments of the plants with H<sub>2</sub>O (k), GA<sub>3</sub> – 50 mg per l (g) and NAA – 250 mg per l (α) in 1974; individual samplings of grains are shown on the abscissa; the crop was harvested at the time of the third sampling (August 8); the percentage of inhibitions and stimulations as determined by means of the hypocotyl *Lactuca*-bioassay are shown on the ordinate

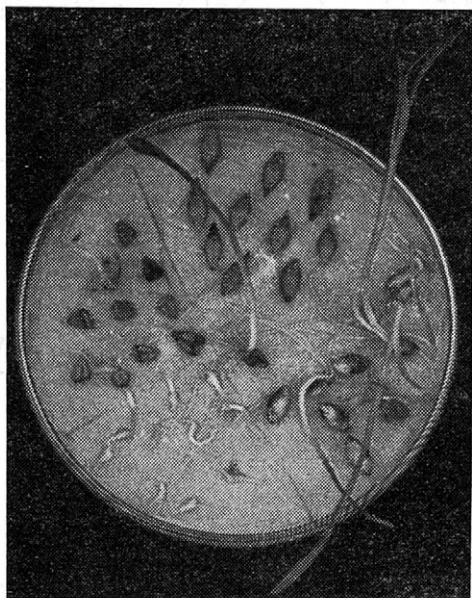
Maximum obsahu látek auxinového charakteru v obilkách bylo zjištěno ve fázi jejich mléčné zralosti a na začátku voskové zralosti. Je zřetelnější u odrůd s delší a hlubokou dormancí, proti odrůdám s krátkou dormancí (obr. 10). K nástupu dormance došlo k snížení hladiny nativních auxinů. Lze tedy předpokládat interakci auxinů při navozování dormance. Po exogenní aplikaci roztoků GA<sub>3</sub> na rostliny nebyly zjištěny podstatnější rozdíly v obsahu nativních auxinů během vývinu obilek.

Výzkum morfohistologické lokalizace nativního inhibičního činidla prokázal, že izolované embrya po extirpaci z obilek, bez ohledu na přirozenou délku dormance odrůd, je klíčivé již od začátku mléčné zralosti obilek a dále přes jednotlivé etapy jejich predormance, nástupu dormance a hluboké dormance embryí intaktních obilek. Také obilky po sloupnutí

perikarpu s pluchou a pluškou nejevily dormanci embryí s ponechaným endospermem. Lze tedy zdroj inhibičních vlivů na růst embryí hledat především v pletivových strukturách kolem endospermu a embrya obilky jarního ječmene (obr. 11, 12).



10. Aktivita endogenních auxinů v obilkách středních částí klasů odrůdy 'Valtický' a 'Gerda' podle koleoptilového *Triticum*-biotestu; na abscise jednotlivé odběry obilek od zelené zralosti přes mléčnou, voskovou a morfológickou zralost a v době nástupu a trvání posklizňového odpočinku; žně v době dne 6. 8.; na ordinátě procento auxinových stimulací nebo inhibičních projevů — The activity of endogenous auxins in the grains of the central parts of ears of the 'Valtický' and 'Gerda' varieties, according to the coleoptile *Triticum*-bioassay; the individual samplings of grains from green ripeness through milk, wax, and morphological ripeness and in the time of the beginning and duration of post-harvest dormancy are shown on the abscissa; the crop was harvested at sampling time on August 6; the percentage of auxin stimulations or inhibitory manifestations is shown on the ordinate



11. Klíčivost vypreparovaných embryí, embryí obilek po odříznutí jejich apikální poloviny a embryí obilek s ponechaným celým endospermem, ale po sloupnutí perikarpu s pluchou a pluškou na počátku voskové zralosti u odrůdy 'Gerda'; embrya intaktních obilek nekličí — The germination of prepared embryos, embryos of grains after the removal of their apical half, and embryos of grains with the whole endosperm left intact but after removal of pericarp with the glumes at the beginning of wax ripeness in the 'Gerda' variety; the embryos of intact grains do not germinate

Hodnoty respirační aktivity obilek během jejich vývinu a zrání se významně snižují na začátku posklizňového odpočinku obilek. Ve fázi hluboké dormance jsou prakticky nulové. Postřiky rostlin roztoky  $GA_3$  zvyšovaly, NAA brzdily intenzitu dýchání obilek proti kontrolám (obr. 13–15).

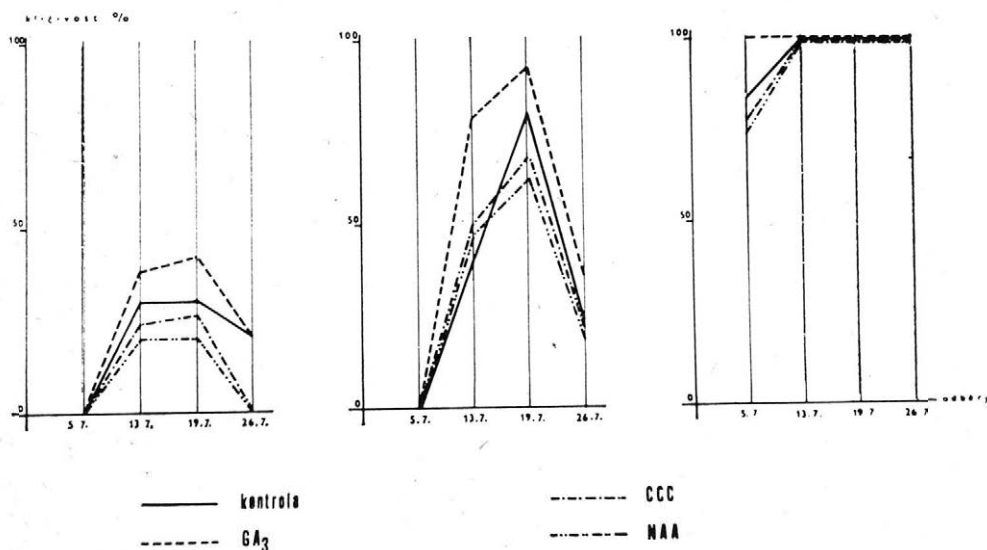
Ošetření rostlin roztoky  $GA_3$  mělo pozitivní, postřiky roztoky NAA naopak brzdivý vliv na energii klíčení i celkovou klíčivost obilek v době po sklizni. Zvláště zřetelné je to u odrůd s dlouhým obdobím posklizňového odpočinku (obr. 16–19).

Porůstavost obilek v klasech byla sledována ve svazích s 20 neporušenými klasy postupně během 14 dnů po žních. Svazky klasů s 15 cm zbytkem stébla byly uloženy ve dvoulitrových kádinkách uzavřených Petriho

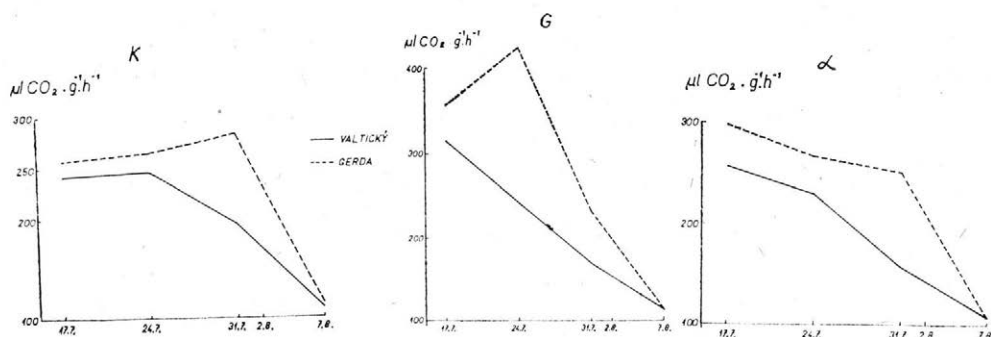
1/2 obilky

celá obilka bez testy a perikarpu

exspirovaná embrya

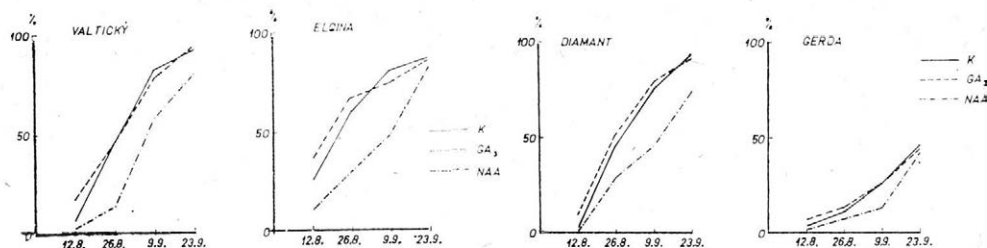


12. Klíčivost embryí obilky odrůdy 'Gerda' po různých operacích a ošetření rostlin opakovanými postřiky H<sub>2</sub>O a roztoky GA<sub>3</sub>, CCC a NAA v roce 1973; na abscise odběry v mléčné až voskové zralosti obilky, na ordinátě procento klíčivosti (za 10 dnů) — The germination of the embryos of the grains of the 'Gerda' variety after different treatments of plants and after repeated sprays with H<sub>2</sub>O and solutions of GA<sub>3</sub>, CCC, and NAA in 1973; samplings at milk- to wax-ripeness time are shown on the abscissa, the germination percentage (after 10 days) on the ordinate



13.—15. Intenzita respirace obilky odrůd 'Valtický' a 'Gerda' po ošetření rostlin opakovanými postřiky H<sub>2</sub>O (K), GA<sub>3</sub> — 50 mg l<sup>-1</sup> (G) a NAA — 250 mg l<sup>-1</sup> (α) v roce 1974; na abscise postupné odběry obilky od fáze mléčné zralosti po morfologickou zralost, sklizeň 2. 8.; na ordinátě produkce CO<sub>2</sub> obilkami v μl g<sup>-1</sup> čerstvé hmotnosti za hodinu — Respiration rate of the grains of the 'Valtický' and 'Gerda' varieties after the treatment of the plants with repeated sprays with H<sub>2</sub>O (K), GA<sub>3</sub> — 50 mg per l (G) and NAA — 250 mg per l (α) in 1974; successive grain samplings from the stage of milk ripeness to morphological ripeness are shown on the abscissa; the crop was harvested on August 2; CO<sub>2</sub> production by the grain in μl per g of fresh matter per h is shown on the ordinate





16.–19. Průměrná procentická klíčivost obilek (po sklizni dne 8. 8.) u odrůd 'Valtický', 'Elgina', 'Diamant' a 'Gerda' po opakovaných postřicích rostlin  $H_2O$ ,  $GA_3$  a NAA; na abscise data jednotlivých odběrů po sklizni v roce 1974 — Average germination percentage of grains (after harvest on August 8) in the 'Valtický', 'Elgina', 'Diamant', and 'Gerda' varieties after repeated  $H_2O$ ,  $GA_3$  and NAA sprays; days of individual samplings after harvest in 1974 are shown on the abscissa

miskami s vysokou relativní vzdušnou vlhkostí a pravidelně denně oroseny vodou při laboratorní teplotě. Porůstavost obilek byla snížena po ošetření rostlin ve fenologické fázi voskové zralosti obilek postřiky roztoky syntetických inhibitorů, zejména NAA (tab. I).

I. Průměrná porůstavost obilek v klasech odrůdy 'Diamant' po opakovaných postřicích rostlin roztoky inhibitorů — Average ear sprouting rate in the cv. 'Diamant' after replicated sprays of plants with inhibitor solutions

| Postřik rostlin       | Procento porostlých obilek v klasech |         |         |
|-----------------------|--------------------------------------|---------|---------|
|                       | 7. den                               | 10. den | 14. den |
| $H_2O$                | 1,4                                  | 2,9     | 5,8     |
| MH — 500 mg $l^{-1}$  | 0,7                                  | 1,6     | 3,9     |
| MH — 1000 mg $l^{-1}$ | 0,2                                  | 1,1     | 2,7     |
| NAA — 250 mg $l^{-1}$ | 0,5                                  | 1,4     | 3,4     |

Podle Jansona (1969) je podstatou ochranného mechanismu zabuzujícího předčasněmu klíčení obilce oxidace IAA v konečných fázích zrání na 3-metylnoxindol, inhibující základní enzymochemické procesy v obilce, která tak zůstává v klidové fázi. Tato oxidace se děje dvěma způsoby, a to buď enzymaticky, nebo za účasti světla a přítomnosti pigmentů, tvořících se v obilce. Za normálního počasí převládá druhý způsob, jímž se vytvoří dostatek látek inhibičního charakteru. Za deštivého počasí se naopak uplatňuje více první způsob, tvorba inhibičních látek je omezena a obilky jsou náchylné k porůstání.

Velmi důležité a nutné je také respektování fyzikálních a biochemických faktorů ovlivňujících dormanci, vyplývajících z přítomnosti obalů embrya v semenech a plodech. Avšak ani tam, kde obalové pletivné struktury představují zřejmé ovlivnění výměny plynů nebo mechanického odporu klíčení, není vyloučeno vzájemné ovlivnění mezi působením obalů a hormonálními faktory.

## Poděkování

Za spolupráci na pokusech této práce patří můj dík RNDr. M. Hudeové, ing. V. Klejzarové, ing. A. Hladké a RNDr. K. Slabému.

## Literatura

- ABRAMOVA, Z. V. — GURINOVIC, O. I.: Posleuboročnoje dozrevanije semjan jaroj pšenici v svjazy s osobenostjami anatomiceskogo strojenija i biochemičeskogo sostava pokrovov zernovki. Selskochozj. Biol., 7, 1972, č. 3, s. 449-451.
- AMEN, R. D.: A model of seed dormancy. Bot. Rev., 34, 1968, č. 1, s. 1-11.
- BEČKA, J. — OCELKA, P.: Gleichzeitige gaschromatographische Bestimmung von Äthylen — u. — Kohlendioxidspuren in der Luft biologischer Versuchskonteiner. Coll. Czechosl. Chem. Commun., 38, 1973, s. 2242-2248.
- CÔME, D.: Les obstacles à la germination. Physiol. Végétale, 6, 1970, s. 164-170.
- CÔME, D.: L'inhibition de germination des graines de pommier non dormantes. Role possible des phénols tégumentaire. C. R. Acad. Sci., 1974.
- DORNE, A. J.: Germination des semences de *Chenopodium bonus-henricus* L. mise en évidence d'une inhibition tégumentaire. C. R. Acad. Sci., 1974.
- HEMBERG, T.: Studies of the balance between free and bound auxin in germination maize. Physiol. Plant., 8, 1955, s. 418-432.
- JANSON, G.: Biochemical studies on the resistance to premature sprouting in cereal seeds. Act. Agric. Sci. Scand., 19, 1969, č. 4, s. 197-213.
- KEFELI, V. I.: The interaction between phytohormone and natural inhibitors during plant growth. Fiziol. Rast., 18, 1971, č. 3, s. 614-630.
- KHAN, R. A.: Cytokinins permissive role in seed germination and dormancy by a novel mechanism. Science, 1971, s. 853-859.
- LUDWIG, H.: Dormancy in seeds of *Gramineae* and its problems in seed testing with special regard to treatment with gibberellic acid. Proc. Inter. Seed Test. Assoc., 36, 1971, č. 2, s. 289-305.
- MICHALSKI, L.: Regulatory wzrosta roślin, PWRiL, 1967, Warszawa.
- MICHAEL, G. — ALLINGER, P. — WILBERG, E.: Einige Aspekte zur hormonalen Regulation der Korngröße bei Getreide. Z. f. Pflanzenernährung u. Bodenkunde, 125, 1970, č. 1, s. 24-35.
- NAYLOR, J. M. — SIMPSON, G. M.: Dormancy studies on seed of *Avena fatua* L. II. A gibberellin sensitive inhibitory mechanism in the embryo. Canad. Journ. of Bot., 39, 1961, s. 281-295.
- NIKOLAJEVA, M. G.: Rol giberelina v narušení pokoja semjan, Bot. žurnal, 47, 1962, č. 12.
- OBHLÍDALOVÁ, L. — HRADILÍK, J.: Simulace dormance embryí ječmene a její překonání pomocí kinetinu a ethrelu. Acta Univ. Agric., Brno, A. 1975.
- PODEŠVA, J.: Osivo a sadba. Praha, SZN 1959, s. 231-236.
- ROBERTS, F. H.: Viability of seeds. Chapman & Hall, Ltd., 1972.
- SEMBDNER, G. et al.: Die Dünnschichtschromatographie von Gibberellinen. Experimentia, 1962, č. 18, s. 584-585.
- SIMPSON, G. M.: Dormancy studies in seed of *Avena fatua* L. Canad. Journ. of Bot., 43, 1965, č. 7, s. 793-816.
- TANADA, T.: Indolacetic acid and abscisic acid antagonism. Plant Physiol., 51, 1973, č. 1, s. 150-157.
- WHEELER, A. W.: Changes in growth-substance content during growth of wheat grains. Ann. of Applied Biology, 72, 1972, č. 3, s. 327-333.

Došlo dne 2. 3. 1977

ПОДЕШВА, Я. (Сельскохозяйственный институт, Брно): К динамике эндогенных ростовых веществ по отношению к стадии покоя и обростанию зерновок ярового ячменя. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 775-783.

Изучение динамики уровней эндогенных гиббереллинов, ауксинов, ингибиторов и интенсивности респирации зерновок ярового ячменя во время их развития, спелости и покоя доказывает наивысший уровень врожденных гиббереллинов в начале их молочной спелости. При переходе к восковой спелости резко понижается уровень гиббереллинов и повышается активность эндогенных ингибиторов. Энергия прорастания и сокращение стадии покоя по-

ложительно обусловлены повторными опрыскиваниями растений раствором 50 мг/л гиббереллиновой кислоты (GA<sub>3</sub>) во время послемочной спелости зерновок. Обработка растений многократными опрыскиваниями растворами 100–250 мг/л альфа-нафтилуксусной кислоты (NAA) продляет и укрепляет стадию покоя, а также органичивает обрастание зерновок в колосьях. Понижение обрастания зерновок также наблюдалось после обработки растений растворами 500–1000 мг/л малеингидразида (MH). Значения респирационной активности зерновок значительно уменьшаются с наступлением стадии покоя. Применение опрыскиваний растворами гиббереллинов или синтетических ингибиторов укрепляет или уменьшает респирацию зерновок.

эндогенные гиббереллины; ауксины; ингибиторы; респирация; опрыскивания

PODEŠVA, J. (University of Agriculture, Brno): *Studies on the Dynamics of Endogenous Growth Substances in Relation to the Dormancy and Ear Sprouting Rate in Spring Barley Grains*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 775-783.

The dynamics of the levels of endogenous gibberellins, auxins, inhibitors, and of the respiration rate of spring barley grains was studied during development, ripening and dormancy. The highest level of native gibberellins was found at the beginning of milk ripeness. The transition to wax ripeness is characterized by an abrupt drop of gibberellin level and by a rise of the activity of endogenous inhibitors. The germinative power and the reduction of dormancy time are favourably influenced by repeated spraying with the solution of 50 mg gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) per l in the period of post-milk ripeness of the grains. The treatment of the plants with repeated sprays of 100–250 mg alpha-naphthyl acetic acid (NAA) per l prolongs dormation, increases its intensity and reduces the sprouting of grains in ears. The reduction in sprouting rate was also observed after the treatment of the plants with solution of 500–1000 mg maleinhydrazide (MH) per l. The respiration rate of the grains drops significantly at the beginning of dormancy. Spraying with gibberellin solutions or synthetic inhibitors intensifies or reduces the grain respiration.

endogenous gibberellins; auxins; inhibitors; respiration; sprays

PODEŠVA, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Studie zur Dynamik endogener Wuchsstoffe in Beziehung zur Dormanz und Auswuchsgefahr bei Sommergerstenkörnern*. Rostl. Výroba, 23, 1977 (7) : 775-783.

Durch Untersuchung der Dynamik des Inhalts endogener Gibberelline, Auxine, Inhibitoren und der Respirationsintensität in Sommergerstenkörnern während ihrer Entwicklung, Ausreifung und Dormanz konnten die höchsten Mengen nativer Gibberelline am Anfang der Milchreife festgestellt werden. Beim Übergang zur Wachtreife erfolgt ein jäher Rückgang der Gibberellinhalte und ein Anstieg in der Aktivität endogener Inhibitoren. Keimenergie und Verkürzung der Dormanzzeit werden durch wiederholtes Spritzen der Pflanzen mit einer Lösung von 50 mg l<sup>-1</sup> Gibberellsäure (GA<sub>3</sub>) zur Zeit der Postmilchreife der Gedtreidefrüchte günstig beeinflusst. Behandlung der Pflanzen durch wiederholtes Spritzen mit Lösungen von 100–250 mg l<sup>-1</sup> Alpha-Naphthyllessigsäure (NAA) verursacht eine Verlängerung und Verstärkung der Dormanz und Reduktion der Auswuchsgefahr bei Körnern in den Ähren. Verminderung der Auswuchsgefahr der Körner konnte auch nach Behandlung der Pflanzen mit Lösungen von 500–1000 mg l<sup>-1</sup> Maleinhydrazid (MH) festgestellt werden. Vor Beginn der Dormanz gehen die Werte der Kornrespirationsaktivität signifikant zurück. Einsatz der Spritzen mit Lösungen der Gibberelline oder synthetischer Inhibitoren führt zur Stärkung oder Schwächung der Kornrespiration.

endogene Gibberellinen; Auxine; Inhibitoren; Respiration; Bespritzungen

---

Adresa autora:

Doc. dr. ing. Jaroslav Podešva, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

---

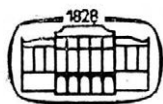
Rukopisy odevzdány k tisku 2. 5. 1977 — Podepsáno k tisku 14. 10. 1977

**ACTA AGRONOMICA ACADEMIA SCIENTIARUM  
HUNGARICAE**

Časopis Maďarské akademie věd.

Časopis ACTA AGRONOMICA publikuje v anglickém jazyce články z oblasti zemědělských věd, zejména ze základního zemědělského výzkumu.

ACTA AGRONOMICA vychází dvakrát ročně v jednom svazku, který obsahuje dva sešity. Roční předplatné je \$ 32.00; £ 12.80; DM 90,-.



Akadémiai Kiadó  
Budapest

Rozšiřuje: Kultura, H-1389 Budapest 62, P. O. B. 149

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Segeta V.: Úvodník . . . . .                                                                                                               | 673 |
| Švihra J., Zima M., Hojčuš R.: Vplyv vodného stresu v období po 7. etape organogenézy na produktivnosť ozimnej pšenice . . . . .           | 675 |
| Zemánek M.: Spolupůsobení vody a dusíku při tvorbě výnosu jarního ječmene . . . . .                                                        | 683 |
| Žila L.: Niektoré fyziologické procesy cukrovej repy pri rôznych metódach závlahového režimu . . . . .                                     | 695 |
| Recenze                                                                                                                                    |     |
| Tesařík B.: Glossary of genetics and cytogenetics . . . . .                                                                                | 704 |
| Nátr L., Kousalová I., Apel P.: Popis akumulace sušiny, dusíku a fosforu ve vyvíjející se obilce jarního ječmene a ozimé pšenice . . . . . | 705 |
| Procházka S., Svoboda J., Kvapilová M.: Distribuce asimilátů u sóji v období tvorby generativních orgánů . . . . .                         | 715 |
| Recenze                                                                                                                                    |     |
| Tesařík B.: Polarografická analýza nerostných surovin . . . . .                                                                            | 722 |
| Zrůst J., Smolíková A.: Rozdíly v rychlosti fotosyntézy u kříženců a některých rodičovských odrůd brambor . . . . .                        | 723 |
| Repka J.: Vplyv minerálních živin na fotosyntézu, dýchanie a rast rastlín . . . . .                                                        | 733 |
| Kupka J., Novák V., Lipavský J.: Dynamika obsahu fosforu a tvorba sušiny v ontogenezi jarního ječmene . . . . .                            | 741 |
| Segeta V., Hudečková E.: Změny respirace listů okurek účinky chladu na intaktní rostliny . . . . .                                         | 745 |
| Recenze                                                                                                                                    |     |
| Tesařík B.: Tabulky a nomogramy pro výpočet výsledků chemických analýz přírodních vod . . . . .                                            | 752 |
| Šebánek J.: Příspěvek ke studiu celistvosti hrachu ( <i>Pisum sativum</i> L.) a lnu ( <i>Linus usitatissimum</i> L.) . . . . .             | 753 |
| Králík J., Šebánek J.: Příspěvek ke studiu fylogenetických rekapitulací okrasných dřevin . . . . .                                         | 765 |
| Podešva J.: Studie k dynamice endogenních růstových látek ve vztahu k dormanci a porůstavosti obilce jarního ječmene . . . . .             | 775 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Шви́гра Я., Зима М., Гойчш Р.: Влияние водного стресса после 7 этапа органогенеза на продуктивность озимой пшеницы . . . . .                               | 680 |
| Зема́нек М.: Взаимодействие воды и азота при образовании урожая ярового ячменя . . . . .                                                                   | 692 |
| Жила Л.: Некоторые физиологические процессы сахарной свеклы при разных методах орошаемого режима . . . . .                                                 | 702 |
| На́тр Л., Коусалова И., А́пел П.: Описание аккумуляции сухого вещества, азота и фосфора в развивающейся зерновке ярового ячменя и озимой пшеницы . . . . . | 713 |
| Проха́зка С., Свобо́да Я., Квапи́лова М.: Распределение ассимилятов у сои в период образования генеративных органов . . . . .                              | 720 |
| Зру́ст Я., Смоли́кова А.: Различия в скорости фотосинтеза у гибридов и некоторых родительских сортов картофеля . . . . .                                   | 731 |
| Репка Я.: Влияние минерального питания на фотосинтез, дыхание и рост . . . . .                                                                             | 739 |
| Купка Я., Нова́к В., Липавский Я.: Динамика содержания фосфора и образование сухого вещества в онтогенезе ярового ячменя . . . . .                         | 744 |
| Се́гета В., Гуде́чкова Е.: Изменения респирации листьев огурцов под воздействием охлаждения интактного растения . . . . .                                  | 750 |
| Шеба́нек Я.: К вопросу изучения целостности гороха и льна . . . . .                                                                                        | 762 |
| Кра́лик Я., Шеба́нек Я.: К изучению филогенетических рекапитуляций декоративных древесных пород . . . . .                                                  | 774 |
| Подо́шва Я.: К динамике эндогенных ростовых веществ по отношению к стадии покоя и обростанию зерновок ярового ячменя . . . . .                             | 782 |



## CONTENTS

|                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Svihra J., Zima M., Hojčuš R.: The Effect of Water Stress after the 7th Stage of Organogenesis on the Productivity of Winter Wheat . . .                           | 681 |
| Zemánek M.: The Interaction of Water and Nitrogen in the Formation of Spring Barley Crop . . .                                                                     | 692 |
| Žila L.: Some Physiological Processes of Sugar-beet Irrigated according to Different Methods . . .                                                                 | 703 |
| Nátr L., Kousalová I., Apel P.: Description of the Accumulation of Dry Matter, Nitrogen and Phosphorus in Developing Grain of Spring Barley and Winter Wheat . . . | 713 |
| Procházka S., Svoboda J., Kvapilová M.: Distribution of Assimilates in Soybean Plants During the Period of Formation of Generative Organs . . .                    | 720 |
| Zrůst J., Smolíková A.: Differences in Assimilation Rate in Potato Hybrids and in Some Parental Varieties . . .                                                    | 731 |
| Repka J.: The Effect of Mineral Nutrition on Photosynthesis, Respiration and Growth in Plants . . .                                                                | 739 |
| Kupka J., Novák V., Lipavský J.: Dynamics of Phosphorus Content and Dry Matter Production in the Ontogenesis of Spring Barley . . .                                | 744 |
| Segeř V., Hudečková E.: Changes in the Respiration of Cucumber Leaves as a Result of the Chilling Effect on Intact Plants . . .                                    | 751 |
| Šebánek J.: On the Integrity of Pea ( <i>Pisum sativum</i> L.) and Flax ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) . . .                                                     | 763 |
| Králík J., Šebánek J.: A Contribution to the Study of Phylogenetic Recapitulations of Decorative Woody Species . . .                                               | 773 |
| Podešva J.: Studies on the Dynamics of Endogenous Growth Substances in Relation to the Dormancy and Ear Sprouting Rate in Spring Barley Grains . . .               | 783 |

## INHALT

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Zemánek M.: Zusammenwirkung vom Wasser und Stickstoff bei Ertragsbildung der Sommergerste . . .                                                                                | 693 |
| Žila L.: Einige physiologische Prozesse in Zuckerrübe bei verschiedenen Methoden der Bewässerung . . .                                                                         | 703 |
| Nátr L., Kousalová I., Apel P.: Beschreibung der Trockensubstanz-, Stickstoff- und Phosphorakkumulation in dem sich entwickelnden Korn von Sommergerste und Winterweizen . . . | 714 |
| Procházka S., Svoboda J., Kvapilová M.: Distribution der Assimilate bei Soja während der Bildung generativer Organe . . .                                                      | 721 |
| Zrůst J., Smolíková A.: Unterschiede in Photosyntheserate bei Hybriden und einigen Elternsorten der Kartoffeln . . .                                                           | 732 |
| Repka J.: Einfluß der Mineralnährstoffe auf Photosynthese, Atmung und Wachstum bei Kulturpflanzen . . .                                                                        | 740 |
| Kupka J., Novák V., Lipavský J.: Dynamik des Phosphorgehalts und der Trockensubstanzbildung in Ontogenese bei Sommergerste . . . (res. E/752)                                  | 744 |
| Segeř V., Hudečková E.: Durch Einwirkungen der Kälte auf intakte Pflanzen verursachte Veränderungen in Respiration bei Gurkenblättern . . .                                    | 751 |
| Šebánek J.: Beitrag zum Studium der Ganzheit von Erbse ( <i>Pisum sativum</i> L.) und Flachs ( <i>Linum usitatissimum</i> L.) . . .                                            | 763 |
| Králík J., Šebánek J.: Beitrag zum Studium phylogenetischer Rekapitulationen bei Zierholzarten . . .                                                                           | 774 |
| Podešva J.: Studie zur Dynamik endogener Wuchsstoffe in Beziehung zur Dormanz und Auswuchsfahr Sommergerstenkörner . . .                                                       | 783 |

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.