

SLOVENSKÁ BOTANICKÁ SPOLOČNOSŤ PRI SAV  
ÚSTAV EXPERIMENTALNEJ BIOLÓGIE A EKOLÓGIE SAV  
CESKOSLOVENSKÁ BOTANICKÁ SPOLOČNOSŤ PRI ČSAV

---

# DNI RASTLINNEJ FYZIOLÓGIE

I.

ZBORNÍK REFERÁTOV  
Z CELOŠTÁTNEHO PRACOVNÉHO STRETNUTIA  
RASTLINNÝCH FYZIOLÓGOV

BRATISLAVA  
1977

Slovenská botanická spoločnosť pri SAV  
Ústav experimentálnej biológie a ekológie SAV  
Československá botanická spoločnosť pri ČSAV

DNI RASTLINNEJ FYZIOLOGIE I.  
ДНИ ФИЗИОЛОГИЕ РАСТЕНИЙ I.  
DAYS OF PLANT PHYSIOLOGY I.

Zborník referátov zo stretnutia rastlinných fyziológov  
Сборник докладов из встречи физиологов растений  
Proceedings of the Meeting of Plant Physiologists

Bratislava  
16. a 17. novembra 1977

Vážení priatelia,

zborník, ktorý máte pred sebou obsahuje v skrátenej forme príspevky, pripravené pre prvé celoštátne pracovné stretnutie rastlinných fyziológov. Túto akciu sa podujala zorganizovať Fyziologická sekcia Slovenskej botanickej spoločnosti v spolupráci s Ústavom experimentálnej biológie a ekológie SAV a Fyziologickou sekciou Československej botanickej spoločnosti ako príspevok k oslavám 60. výročia VOSR, v dňoch 16. a 17. novembra 1977 v Bratislave.

Organizácia tohto podujatia pod záhlavím "Dni rastlinnej fyziologie I." je odpovedou na mnohé podnete vychádzajúce z členskej základne oboch našich spoločností. Už dávno sa totiž pociťovala potreba pravidelných celoštátnych stretnutí fyziológov, na ktorých by bolo možné získať cenné vedecké informácie, prezentovať vlastnú prácu, nadviazať vedecké kontakty a vyriešiť vedecké a organizačné problémy dôležité pre širokú základňu rastlinných fyziológov. Potreba riešiť problémy biologické, závažné pre našu spoločnosť a pre ľudstvo vôbec, kladie a v budúcnosti bude čoraz častejšie klásť aj pred rastlinnú fyziológiu úlohy, ktoré budeme môcť zvládnuť iba dobre organizovaným spojeným úsilím. Nazdávame sa, že pravidelné pracovné stretnutia, striedavo organizované Fyziologickými sekciami ČSBS a SBS, by mohli byť pri zjednocovaní síl a ich racionálnom využívaní dobrým pomocníkom. Nezabudnime, že kvalita a efektívnosť stretnutí záleží a bude aj v budúcnosti záležať najmä od stupňa osobnej zainteresovanosti a obetavosti každého z nás.

Tohoročnému i budúcim pracovným stretnutiam rastlinných fyziológov želáme veľa úspechov.

Clenovia prípravného výboru stretnutia  
O.Erdelská, O.Gašparíková, M.Hlinková,  
A.Janitor, S.Klenovská, J.Kolek,  
J.Krekule, I.Mistrík, Z.Nátr .

Prípravný výbor ďakuje prof.dr. V.Rypáčkovi, DrSc., predsedovi Fyziologickej sekcie ČSBS za podnetné a cenné návrhy, riaditeľovi Ústavu experimentálnej biológie a ekológie SAV, doc. Ing. L.Weismanovi, DrSc., za všeestrannú podporu a Organizačnému stredisku vedeckých spoločností pri SAV za veľkú pomoc pri organizovaní stretnutia.

## METABOLIZMUS A JEHO REGULÁCIA

## METABOLIZMUS A JEHO REGULÁCIA

Jozef Kolek

Každý živý organizmus je tvorený molekulami a jeho existencia je podmienená intenzívou a komplexnou chemickou aktivitou. Jeho rast, vývin a reprodukcia vychádza z týchto komplexných a vysokoorganizovaných chemických zmien. Viditeľné zmeny organizmu sú teda dôsledkom neviditeľných zmien na úrovni molekúl. Suma chemických zmien v živom organizme je zahrnutá pod pojmom metabolizmus. Rastlinná fyziológia skúma, ako organizmus funguje na rozdiel od biochémie, ktorú zaujímajú štruktúry a chemické vlastnosti izolovaných zlúčenín. Metabolická rastlinná fyziológia potom študuje integrovanú chemickú aktivitu celého organizmu, či postupnosť biochemických reakcií ako celku, napr. fotosyntézu alebo dýchanie. Niekoľko sa dôvodí, že rastlinný fyziológ skúma procesy na úrovni bunky, pletiva alebo organizmu, avšak biochemika zaujíma metabolické spektrum na molekulárnej úrovni. Je preto veľmi ťažké viest čiaru medzi metabolickou fyziológiou a biochémiou.

Štúdium metabolizmu rastlín výrazne ovplyvnili v posledných rokoch úspechy v molekulárnej genetike a biológii. Tie-to poznatky čoraz nástojčivejšie zasahujú do myslenia rastlinných fyziológov, a to nielen v zmysle metodickom, ale aj interpretačnom. Táto skutočnosť bola leitmotívom aj pri koncipovaní predkladaného príspevku. Je pochopiteľné, že rozsah prednášky dovolil vtesnať do textu iba základné pojmy a principy regulačných mechanizmov v živej bunke.

### Genetický kód - základ regulácie metabolických procesov

Zivotné procesy vyžadujú neprerušovaný tok energie, hmoty a informácií. Tok energie a hmoty je determinovaný jednotlivými bielkovinami. Informácie sú zafixované /a pri delení bunky odovzdávané/ v molekule DNA. Bunka teda obsahuje všetky údaje o tom, čo a ako sa má syntetizovať a ako musia byť mo-

lekuly štrukturalizované, aby sa splnila hlavná úloha organizmu - samoreprodukcia. Informácie sa musia nepretržite prenášať z jadra bunky /DNA/ na miesta syntézy prostredníctvom RNA až do ukončenia jej života. Informácie sú v DNA zafixované vo forme genetického kódu, pamäťového záznamu štruktúry bielkovín, t.j. vo forme poradia jednotlivých purínových a pyrimidinových báz v nukleotidoch. Prenos informácie sa uskutočňuje vtedy, ak sa má príslušná látka syntetizovať na základe potrieb bunky. Táto syntéza je riadená špecifickými úsekmi molekuly DNA, ktoré sa nazývajú *cistróny*. Na rozdiel od bežne používaného názvu, *génu*, cistrón je veľmi presne definovaný. Experimenty BEADLEHO a TATUMA v molekulárnej genetike viedli k vysloveniu všeobecného princípu - jeden gén-jeden enzym. Podľa tohto princípu gén je časťou chromozómu, špecifikujúcou štruktúru jedného enzymu. Keďže však mnohé enzymy obsahujú viac ako jeden polypeptidický reťazec, ukázalo sa, že podstatnejšou jednotkou, ktorá v molekule DNA riadi syntézu jedného polypeptidického reťazca, je cistrón. Z toho vyplynula definícia nižšej a presne ohraničenej jednotky: jeden cistrón-jeden polypeptidický reťazec /BRESLER, 1971, p.300/. Cistrón je hmotnosťne ovela väčšou jednotkou než bielkovina, ktorú kóduje. U baktérie *Escherichia coli* sa doteraz identifikovalo vyše 400 cistrónov, ktoré sa nazývajú aj genetickými markérmi alebo lokusmi, a v genetike sa označujú zaužívanou symbolikou.

Reprodukčná funkcia DNA vyžaduje, aby bola schopná veľmi presne reprodukovať, kopírovať všetky v nej obsiahnuté informácie. Ako sa táto replikácia deje stalo sa známym až po r. 1953, keď WATSON a CRICK objavili štruktúru DNA a označili ju ako *dvojzávitnicu /double-helix/ DNA*. Ako je známe, DNA je tvorená kyselinou fosforečnou, cukrom dezoxyribózou a nukleotidmi /puríny alebo pyrimidíny/: adenínom /A/, guanínom /G/, tymínom /T/ a cytozínom /C/. V dvojzávitnici sú nukleotidy usporiadane komplementárne: A je presne oproti T, G oproti C, atď. Jednotlivé párové /komplementárne/ bázy sú navzájom spojené vodíkoyými väzbami. Základnú štruktúru DNA tvorí teda

opäkovanie nukleotidov v dlhom reťazci, ktorý môže tvoriť až 200 000 nukleotidov.

V nedeliacej sa bunke sú na dvojzávitnici DNA pripojené malé bielkovinové molekuly, ktoré dostali názov *históny*. Ich úloha, zdá sa, spočíva v tom, že zabraňujú molekule DNA v aktivite. Ak má bunka potrebu syntetizovať určitú bielkovinu, potom DNA príslušného cistrónu /kódujúceho túto bielkovinu/, stráca svoj histón a dočasne odvinie časť závitnice. Tento proces nie je doteraz experimentálne preverený, avšak je predpoklad, že iba jedna časť závitnice sa zúčastňuje na syntéze bielkoviny. Prvým krokom syntézy bielkoviny je teda prenos informácie z DNA do cytoplazmy, kde sa bielkovina syntetizuje. Závitnica na aktivovanom cistróne DNA sa použije ako *temp-lát /matrica/ pre syntézu* dlhej jednoduchej závitnice *messengerovej ribonukleovej kyseliny /mRNA/*. V molekule RNA je deoxyribóza nahradená ribózou a T je nahradená uracylom /U/. mRNA teda prenáša z DNA kompletnú štrukturálnu informáciu pre syntézu jednej alebo viac bielkovín. Syntéza RNA na temp-láte DNA sa nazýva *transkripcia*, na rozdiel od syntézy dcérskej DNA na "materskej" DNA /replikácia/. Pri replikácii sa postupne rušia slabé H-väzby, ktoré držia jednotlivé nukleotidy spolu. H-väzba sa postupne ruší ako v zdrhovadle /zipse/. Keďže do replikácie je postupne zapojená každá báza, odvíja sa celý jej komplex spolu s cukornou i fosforečnou zložkou. Po tomto odpojení sa každá báza sa kombinuje so svojím komplementom. Príslušné nukleotidy sa postupne v reťazci spájajú s fosfátom pomocou enzymu *DNA-polymerázy*. Po takomto vybudovaní reťazca a jeho stočení do dvojzávitnice je model hotový pre tvorbu ďalšej dvojzávitnice.

mRNA je komplementom DNA /s výnimkou uracylu/. Po odpojení sa závitnice mRNA z DNA putuje mRNA cez membránu jadra do cytoplazmy, kde sa pripojí na niekoľko ribozómov /obyčajne päť/ - *polyribozómov*. Ribozómy sú bunkové partikuly, v ktorých sa aminokyseliny spájajú v peptidy. Počas syntézy bielkoviny sa ribozóm pohybuje pozdĺž závitnice mRNA a "číta" kód pre syntézu bielkoviny. Po prečítaní informácie ribozóm zo závitnice odpadne a na opačnom konci zaujme

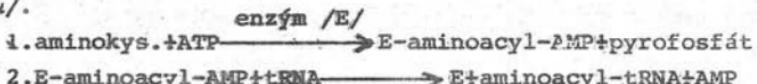
jeho miesto ďalší.Ribozóm "číta" posolstvo na mRNA vo forme trojhláskového tripletu,kodónu,ktorý informuje ribozóm,aká aminokyselina je špecifikovaná pre danú polohu na polypeptidickom reťazci tvoriacej sa bielkoviny.

Pri svojej púti pozdĺž mRNA prekladá ribozóm príslušný kodón do reči transferovej RNA /tRNA/,ktorá nesie špecifickú aminokyselinu.Transferová RNA /niekedy sa nazýva aj rozpustná,sRNA/sa tvorí na DNA v jadre bunky,putuje do cytoplazmy,kde je rozpustená.Tvorí 3-15% celkového obsahu RNA.Na rozdiel od mRNA a ribozomálnej RNA /rRNA/,tRNA je relativne malá molekula /m.h.20 000 daltonov/.Syntetizuje sa v priebehu 20-30 sekúnd a degraduje sa v priebehu niekoľkých minút po tom,ako ukončila svoju úlohu /CLARKOVÁ,1973/.Molekula tRNA je stočená do akéhosi trojlístka.Na jednom z lístkov je umiestené tripletové "slovo",t.j.pre jednu /a iba pre túto/ aminokyselinu z dvadsiatich.Toto miesto na tRNA sa nazýva antikodón.Na "stopke" listu je sekvencia báz CCA,na ktorú sa pripája aktivovaná aminokyselina.tRNA nesie aminokyselinu na polyribozomy,kde sa triplet antikodónu spojí s kodónom mRNA a prevezme informáciu z mRNA "preloženú" do svojej reči.Tento proces dostal názov translácia.

Teda tRNA,nesúca aminokyselinu,putuje do ribozómu,kde uvoľní svoju aminokyselinu,pravda,vopred požadovanú kódom pre príslušnú bielkovinu.Po tomto úkone opúšťa tRNA ribozóm,aby sa buď degradovala alebo vybavila aminokyselinou rovnakého druhu.Ribozóm putuje pozdĺž ďalšej polohy kodónu,obdrží z mRNA informáciu pre ďalšiu aminokyselinu a tento proces pokračuje až do ukončenia výstavby polypeptidického reťazca /bielkoviny/.Pre ukončenie tejto syntézy prevezme ribozóm povel tvorený "bodkou","nezmyselným slovom",čo je triplet UAA a UAG.Ribozóm zbavený bielkoviny je pripravený opäť čítať kód /GERKING,1974/.Pre ilustráciu uvedieme príklad pre prenos informácie:

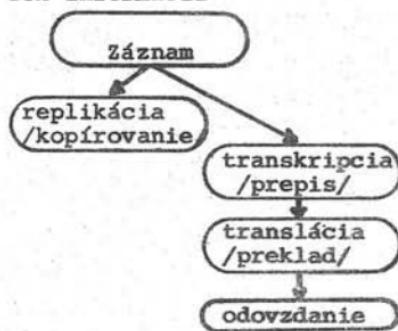
DNA	ACT	GCA	/tripletový kód/
mRNA	UGA	AGU	/kodón/
tRNA	ACU	GCA	/antikodón/.

, predpokladajme, že polypeptidický reťazec je nejaký enzym. Ribozóm "číta" na mRNA informáciu dôvtedy, pokým sa nena-produkuje dostatok enzymu na realizáciu príslušnej reakcie. Celý proces konštrukcie polypeptidického reťazca je veľmi rýchly. Za každú sekundu sa v bunke pridajú na rastúci polypeptid dve aminokyseliny. Výstavba molekuly bielkoviny začína vznikom aminoacyl-tRNA. Reakcia má dva stupne, ktoré sú katalyzované jediným enzymom - *aminoacyl-tRNA syntetázou /ligázou/*.

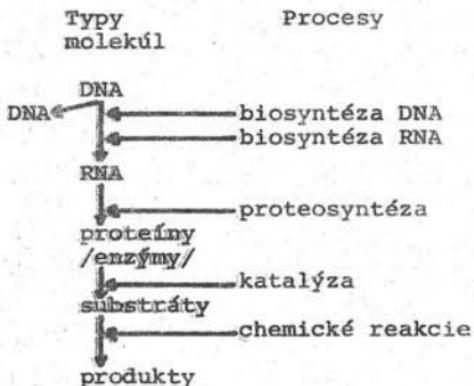


Produkt reakcie, aminoacyl-tRNA, obsahuje aktivovanú aminokyselinu s dostatkom energie vo väzbe aminokyselina-tRNA, aby sa tak mohol vytvoriť nízkoenergetický reťazec polypeptidu. Naviac, väzba tRNA-adaptovaná molekula s jej antikodónom zaručuje, že aminokyselina bude umiestená na správnom mieste výslednej bielkoviny. Aminoacylačné reakcie môžu teda kontrolovať množstvo volných a aminoacylovaných tRNA v bunke a môžu teda kontrolovať aj veľkosť biosyntézy bielkovín /ZALIK a JONES, 1973/.

#### Tok informácií



Obr. 1. Tok genetických informácií v bunke /ŠKÁRKA et al., 1973/.

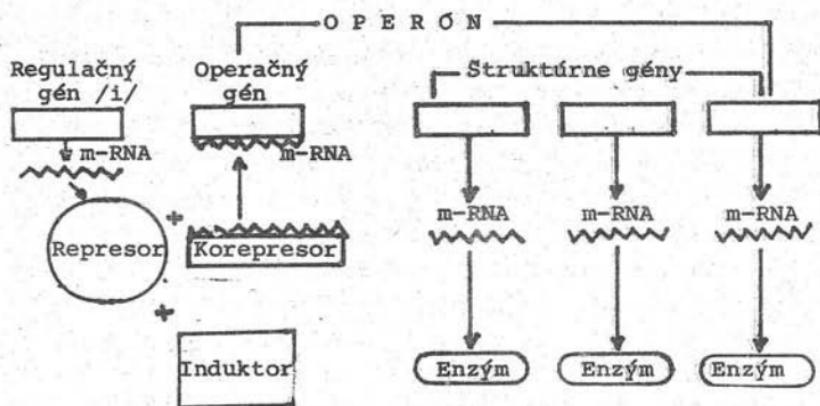


Tripletový kód je univerzálnym jazykom v každom biologickom systéme. Kodón, špecifikujúci určitú aminokyselinu, je rovnaký v každom organizme. Kodón AUG pre metionín je rovnaký vo vírusovej bunke práve tak ako v bunke ľudskej. Nech je kódovací systém na prvý pohľad akokoľvek jednoduchý, predsa tvorí základ nesmiernej zložitosti života.

### Teória operónu.

Vychádzajúc z poznatkov o štruktúre DNA vypracovanej WATSONOM a CRICKOM, predložili francúzski bádatelia JACOB a MONOD r. 1961 predstavu o úlohe regulačných génov chromozómov. Regulačné gény sú zodpovedné za vznik špecifických látok - represorov, z ktorých každý špecificky pôsobí na systém, syntetizujúci určitú skupinu enzymov. Pri vyslovení svojej teórie sa opierali o genetické štúdie s *E.coli*. Z lag-fázy tohto mikroorganizmu sa im podarilo represor, ktorý sa ukázal byť produkтом regulačného génu. Represory sa pri svojej aktivite, tj. pri tvorbe bielkovín, spájajú alebo s génom, alebo s mRNA. Pôsobia na špecifický gén, *operátor / operačný gén/*. Tento gén /cistrón/ kontroluje transkripciu skupiny niekolkých štrukturálnych génov, ktoré ležia blízko seba. Skupinu génov, tj. operačný gén a štruktúrne gény nazvali autori operónom. Represia syntézy enzymov funguje tak, že represor, ktorý je bielkovinou, má minimálne dve aktívne centrá. Na jednom z nich sa spojí s operačným génom, na druhom s *korepresorom*, ktorý obvykle predstavuje koncový produkt danej reakcie. Po spojení korepresora s bielkovinovým represorom sa tento konformačne mení. Výsledkom toho je, že druhé aktívne centrum alosterickej bielkoviny /pozri nižšie/ sa stáva chemicky homologickým s operačným génom. Operačný gén je tak blokovaný, čo v zápatí umožní transkripciu z templátov štrukturálnych génov. Osobitnú úlohu má *induktor*, ktorý sa spája s represorom podobným spôsobom. Tým nastanú v molekule represora konformačné zmeny a zmenší sa jeho chemická príbuznosť k operačnému génu. Represor sa odpúta od operátora, uvoľní sa

tak cesta k transkripcii a biosyntéze bielkoviny sa môže započať. Indukcia nie je logicky potom nič iné, ako *derepresia*. Uvedené vzťahy možno pochopiť zo schémy na obr. 2 /RUBIN a LAGYNA, 1974/



Obr. 2. Schématická predstava teórie operónu /RUBIN a LAGYNA, 1974/.

Teória operónu nie doteraz bezpečne potvrdená pre vyššie organizmy. Toto možno ľahko pochopiť zložitosťou vyšších organizmov, procesmi rastu a diferenciácie, rozmnivožovania ap. Rozhodujúca je aj existencia jadra v eukaryotických bunkách, takže množstvo informácií, ktoré sú v takejto bunke zakódované, je rádovo až 1000-násobne vyššie ako v prokaryotických bunkách. Naviac, totipotencia rastlinnej bunky musí obsahovať všetky informácie pre dospelú rastlinu. Doteraz nie sú známe procesy prebiehajúce medzi represorom a operačným génom, pričom nie je doteraz jasná ani chemická povaha represora. Na druhej strane sa na základe tejto teórie zistili prekvapujúce fakty o regulačných mechanizmoch bunky, vychádzajúce z koordinovaného prenosu informácií. Pri uvoľnení hotovej bielkoviny z ribozómu sa zistila povaha osobitného produktu, ktorý túto

bielkovinu transportuje a ktorý je kontrolovaný operačným génom. Významný je aj poznatok o povahе histónov a ich úlohe pri čítaní genetickej informácie. V tejto súvislosti sa zistila úloha špecifickej formy nízkomolekulárnej RNA, ktorá sa spája s histónom, prenesie ho na určený úsek DNA a aktivuje alebo inhibuje transkripciu. Z toho, čo sme uviedli vyššie, logicky vyplýva úzky vzťah medzi transkripciou a transláciou. Kým transkripcia prebieha kontinuálne, translácia podlieha represii, ktorú riadi mRNA. Represia alebo de-represia je kooperatívny fenomén, vyplývajúci z metylácie operačného génu. Pritom ako represor tu vystupuje enzym demetyláza, ktorá metyluje alebo demetyluje operačný gén a určuje tak vzťah ku štruktúrnym génom i ich aktivitu pri syntéze bielkoviny /KALININ, 1973/.

#### Regulačná úloha enzymov.

Regulácia metabolizmu bunky sa uskutočňuje troma hlavnými mechanizmami: represiou či indukciami syntézy enzymu a zmenou jeho aktivity. V bunke existuje veľmi citlivý systém, ktorý na vnútorné a vonkajšie podnete reaguje veľmi rýchlo. Tento systém nereguluje syntézu enzymu, keďže ide o cestu jednak zdlhavú jednak energeticky náročnú, ale iba jeho aktivity. V tomto prípade sa koncový produkt reakcie nezlučuje s produkтом operačného génu, ale bezprostredne so samotným enzymom, spravidla s tým, ktorý aktivuje prvú enzymovú reakciu /vodiacu reakciu/. Je to teda regulácia na úrovni metabolismu.

Genetická regulácia naproti tomu spočíva v riadení biosyntézy enzymov a izozýmov, v riadení systému represorov a derepresorov, v alosterickej funkcií niektorých enzymov, v ich adsorpčii a desorpčii. Je teda rozdiel medzi reguláciou podmienenou genetickými mechanizmami kontrolovanými na úrovni cistrónov a ribozómov, a reguláciou na úrovni metabolickej. Pokial ide o homeostázu bunky, táto nie je určovaná iba regulačnými mechanizmami jednotlivých reakcií, ale hlav-

ne existenciou biologických membrán, ich transportnými a inými vlastnosťami. Membránová biológia je, pravda, veľmi široká oblasť a nezapadá do rámca našej témy.

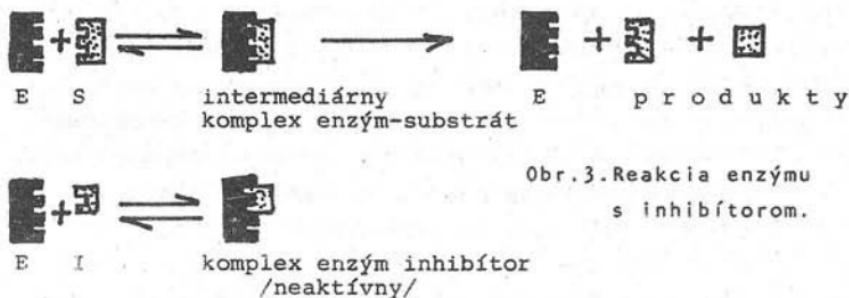
Reguláciu na úrovni enzymových reakcií možno zadať do niekoľkých skupín. Izosterické regulácie zahrnujú početné faktory, ktoré bezprostredne reagujú s aktívnym centrom izosterického enzymu. K týmto faktorom patria substráty, koenzýmy, intermediárne akceptorovia a donory. Taktiež môže ísť o štruktúrne analógy substrátov a koenzýmov. Uvedené látky konkuruju substrátu na /jednom/ aktívnom centre enzymu. Iné skupiny látok tvoria zlúčeniny nezúčastnené priamo na enzymových reakciach, avšak sú stéricky podobné účastníkom reakcií. Sú to napríklad niektoré rastové látky. Nebudeme rozvádzat úlohu fyzikálnych faktorov, ako svetla, pH, teploty ap.

V regulačných mechanizmoch bunky treba brať do úvahy skutočnosť, že zber a prenos informácií je zjednotený do jedného systému, lebo regulácia nie je mysliteľná bez výmeny informácií medzi systémami navzájom a medzinimi a vonkajším prostredím.

Jedným zo základných faktorov automatickej regulácie je alosterická bielkovina. V zmysle teórie JACOBA a MONODA alosterickou bielkovinou je represor /pozri vpred/, ktorý má mnoho spoločného s enzymom. Ak represor dostane informáciu a premení ju v regulačný efekt, represor "dovolí" genetickému aparátu zberať informácie o chemickom stave systému a "voliť" potrebné informácie v súlade s genetickými možnosťami bunky a jej potrebami. Úloha alosterických bielkovín je umožnená ich vysokou konformačnou labilitou a špecifitou k takým látкам, ktoré majú úlohu signálov.

Úloha enzymov v bunke je do značnej miery podmienená prítomnosťou špecifických aktivátorov a inhibítorm. Napríklad značný počet enzymov sa aktivuje v prítomnosti nepatrnych množstiev SH-látok, medzi ktoré patria cystein a glutation /RUBIN a LAGYNA, 1974/. Táto aktivácia je špecifická. Potlačenie aktivity inhibítorm sa zakladá na väzbe inhibítora s aktívnym centrom enzymu. Typickým príkladom je inhibícia

oxidačných enzymov pomocou KCN, ktoré enzymy obsahujú v aktivnom centre železo alebo med'. Kyanid sa viaže na tieto kovy, čím sa blokuje aktivita enzymu. Iným príkladom je inhibícia koncovým produkтом reakcie, inhibovať môže aj metabolit, ktorý nie je priamym účastníkom reakcie. Schému takejto inhibície možno vidieť na obr. 3.



Obr. 3. Reakcia enzymu s inhibítorm.

Významnými regulačnými mechanizmami sa vyznačujú *alosterické enzymy*. Na rozdiel od izosterických enzýmov majú tieto enzýmy dve alebo viac aktívnych centier. Na tieto centrá sa viažu buď aktivátory alebo inhibítory. Okrem toho sú látky, ktoré sa viažu na molekulu enzýmu mimo aktívnych centier. Pritom sa mení konformácia celej molekuly včítane štruktúry aktívnych centier, v dôsledku čoho môže prebiehať buď stimulácia alebo inhibícia. Tá časť enzýmu, na ktorej po napojení sa určitej látky dochádza k zmenám konfigurácie enzýmu, sa nazýva *alosterickým centrom*. Látky viažúce sa na toto centrum a vyvolávajúce zmeny aktivity sa volajú *efektormi*. Efektormi môžu byť látky štrukturálne veľmi vzdialené substrátu, alebo nimi môžu byť i samotné substráty. Napojenie sa substrátu na alosterické centrum vyvolá prechod iných centier do katalytického stavu. Alosterické efektory sa teda vyznačujú kooperatívou aktivitou /aktivácia, inhibícia, synergizmus ap./. Ak graficky znázorníme aktivitu alosterického enzýmu oproti koncentrácií substrátu /alebo iného efektora/, dostaneme sigmoidnú alebo S-krivku, na rozdiel od hyperboly, ktorá je

charakteristická pre izosterické enzýmy s Michaelis-Mentenovej kinetikou.

Regulačný účinok alosterických enzýmov možno demonštrovať na príklade alosterického enzýmu fosfofruktokináze. Tento enzým katalyzuje fosforyláciu fruktózo-6-P na fruktózo-1,6-diP za prítomnosti ATP. Fosfofruktokináza je klíčovým enzýmom glykolýzy.<sup>E</sup>



Ak je koncentrácia ATP supraoptimálna /vo vzťahu k enzýmu/, aktivita je inhibovaná. Enzým má dve alosterické centrá: jedno pre ATP a druhé pre substrát. Ak v dôsledku oxidatívnej fosforylácie produkujú mitochondrie viac ATP, jeho koncentrácia sa, pochopiteľne, v cytoplazme zvýši. Tým pôsobí ATP na aktivitu enzýmu inhibične a glykolýza sa zníži. Ak je ATP v cytoplazme málo a cytoplazma obsahuje dostatok anorganického P /P<sub>i</sub>/ a ADP, inhibícia sa zruší a glykolýza môže pokračovať. ATP je teda efektorom, ktorý svojou väzbou na alosterické centrum kontroluje velkosť glykolýzy.

Najznámejším mechanizmom regulácie enzymovej aktivity je jej inhibícia koncovým produktom reakcie. Nahromadenie koncového produktu vyvolá okamžitú a veľmi účinnú spätnú väzbu, ktorá zabrzdi vodiacu reakciu. Princíp spätnej väzby spočíva v tom, že koncový produkt reakcie bud inhibuje priamo aktivitu enzýmov zúčastnených na reakcii /na tvorbe enzýmu/, alebo inhibuje iba jeden z týchto enzýmov. Ako príklad si uvedme inhibíciu dehydrogenáz pôsobením ATP. Prenos vodíka /elektrónov/ dýchacou reťazou je priamo úmerný koncentráции ATP, takže ATP kontroluje aktivitu dehydrogenáz a teda aj dýchanie. Logickú protiváhu tvorí ADP, takže prenos elektrónov cez terminálne oxidázy je podmienený pomerom ATP-ADP.

Regulačný mechanizmus blokujúci syntézu enzýmov za prítomnosti nízkomolekulárnych látok je represia, o ktorej sme hovorili vyššie, a látky vyvolávajúce represiu sú represormi. Na rozdiel od inhibície vyvolanej koncovými produktmi a ich

spätnoväzobnými účinkami ide tu o inhibíciu s y n t é z y enzýmu, nie však iba jeho aktivity. Táto represia sa môže takisto diať koncovým produktom, pričom však inhibícia zasiahne všetky enzýmy príslušnej metabolickej dráhy. Efektormi, aktivujúcimi represor, sú aminokyselinové zvyšky, nie však volné aminokyseliny.

Niekteré enzýmy sa syntetizujú nezávisle od vonkajšieho prostredia a nazývame ich *konštitučnými*, na rozdiel od *indukovaných* enzýmov. Tieto sa syntetizujú za prítomnosti induktora, ktorým môže byť substrát alebo chemicky príbuzná zlúčenina. Pri indukcii sa teda syntetizuje enzým a jeho intermediárny produkt vyvolá indukciu ďalšieho enzýmu tej istej metabolickej dráhy atď.

Procesy represie a indukcie enzýmu sú vo svojom výsledku totožné, lebo tvoria podstatu regulácie biosyntézy bielkovín. Oba procesy sú pritom charakteristické výraznou špecifitou. Represiu alebo indukciu môže vyvolať tá istá nízkomolekulárna látka.

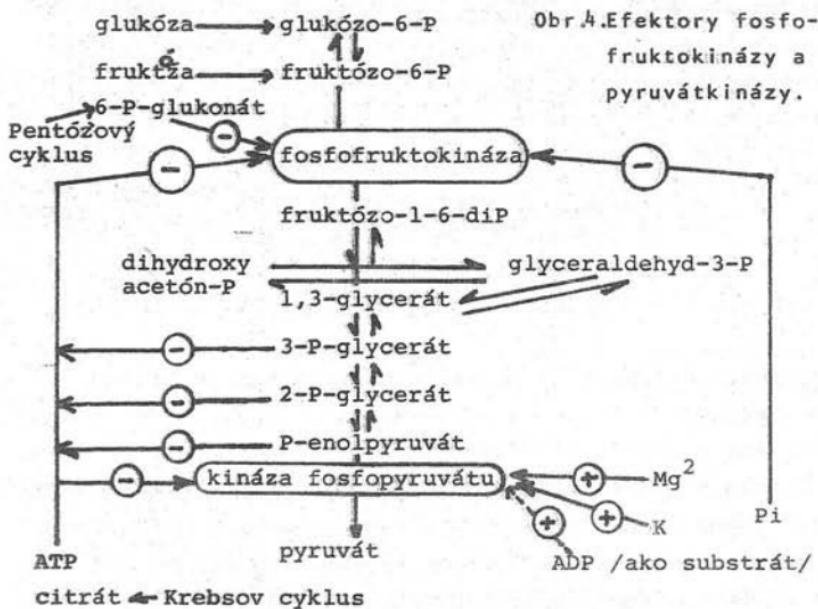
Pri regulácii metabolických procesov hrajú špecifickú úlohu *izozýmy* ako molekulárne formy enzýmu. Skladajú sa z dvoch alebo troch typov podjednotiek a rozdiely medzi nimi sa vzťahujú iba na ich kvartérnu štruktúru. Môžu byť kódované v rôznych alelách na rovnakom lokuse, alebo v génoch na rôznych lokusoch /RICE a CARLSON, 1977/. Každý izozým je oligomér, ktorého subjednotky sú navzájom vo fixných vzťa-choch. Možno očakávať, že dôkladným štúdiom genetickej regula-  
cie izozýmov sa podarí objasniť mnohé problémy nielen bio-syntézy bielkovín, ale aj ich konformačných zmien.

#### Príklady regulačných mechanizmov v rastlinnej bunke.

Rýchlo narastajúce poznatky o regulačných mechanizmoch v bunke si vynucujú vychádzať z analýzy genetického kódu študovaného objektu. Tieto mechanizmy môžu byť totiž priamo podmienené genómom bunky, alebo sú riadené metabolismom. Pravda, nie je možné na takomto priestore zhrnúť poznatky o reguláciách na úrovni biochemických reakcií. Preto azda pre pochopenie všeobecných vzťahov, o ktorých sme hovorili skorši

postačí niekoľko príkladov.

Jedným z najznámejších a najvšeobecnejších metabolických dejov v organizme je glykolýza. Všimnime si dvoch kľúčových enzýmov tohto procesu, fosfofruktokinázy a pyruvát-kinázy. Oba enzýmy katalyzujú nevratný proces, vytvárajú nerovnovážny stav glykolýzy.



Fosfofruktokináza katalyzuje reakciu:

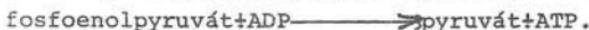


Je to typický alosterický enzým s kooperatívnymi vlastnosťami. K tomu, čo sme o ňom uviedli vpredu, TURNER a TURNER /1975/ uvádzajú, že jeho aktivita je ovplyvnená najmenej desať metabolitmi. Možno ich rozdeliť do troch skupín: a. fosforylované intermediáty glykolýzy, b. adenínové nukleotidy a P<sub>i</sub>, c. počiatočné metabolity pentózofosfátového cyklu, d. metabolity trikarbónového cyklu. Efektory enzýmu možno vidieť na pripojenom obrázku /obr. 4/. Ak zoskupíme jednotlivé efektory do skupín, môžeme pochopiť funkciu enzýmu ako otvorený systém /steady-state/.

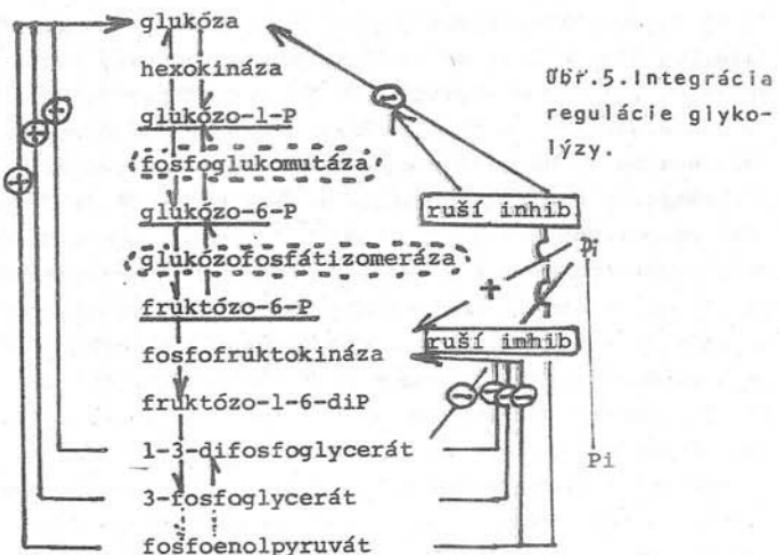
Stimulácia	Vyvážený systém	Inhibícia
Panorg.; ak je ATP v níz- kych konc.a za prítomnosti $P_i$ : P-enolpyruvát, 2-P-glycerát, 3-P-glycerát, 6-P-glukonát <sup>xx/</sup>	Inhibícia P-enol- pyruvátom sa zníži za prítomnosti: $P_i$ , $K^+$ , $NH_4^+$ , $Mg^{2+}$ , fruk- tózo-6-P.  <sup>x/metabolit trikarbó- nového cyklu</sup> <sup>xx/metabolit pentózo- fosfátového cyklu.</sup>	ATP, čiast. ADP, AMP, citrát <sup>x/</sup> , kooperatívne: P-enolpyruvát, glykolytické intermediáty: 2-P-glycerol, 3-P-glycerol, 2,4-di-P-glycerol, 6-P-glukonát <sup>xx/</sup> .

Prechod enzýmu od stimulácie k inhibícii je pravde-  
podobne vyvolaný tým, že na počiatku sa synergicky zníži in-  
hibícia enzýmu ATP a citrátom na izosterickom centre. Podob-  
ná situácia nastane aj v prípade P-enolpyruvátu a ATP za zvý-  
šenej hladiny  $P_i$  pochádzajúcej zrejme z inhibície P-enolpy-  
ruvátom. Ide teda o integráciu regulácie, lebo produkt jednej  
dráhy /citrát/ kooperatívne pôsobí s metabolitom druhej drá-  
hy /P-enolpyruvát/. Integráciu regulácie celého cyklu glyko-  
lýzy možno vidieť aj na obr. 5.

Druhým klúčovým enzýmom glykolýzy je pyruvátkináza. Ide  
o izosterický enzým, katalyzujúci reakciu:



Tento enzým je stimulovaný  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Mg^{2+}$  a inhibova-  
ný citrátom, ATP a  $Ca^{2+}$ . Na rozdiel od živočíšnej pyruvátki-  
názy nie je u rastlín tento enzým ovplyvnený fruktózo-1,6-  
diP pravdepodobne preto, lebo v rastlinách existujú metabo-  
lické kompartmenty glukoneogenézy a glykolýzy oddelené /TUR-  
NER a TURNER, 1975/.



Efektory + -

— pool hexózomonofosfátov

( ) enzýmy rovnovážnej reakcie

Štúdium regulácie metabolizmu rastlinnej bunky vychádzajúce z genómu je iba na počiatku. Stretávame sa s rôznymi predstavami toho-ktorého systému spravidla na základe analógie s pôvodnou schémou JACOBA a MONODA, vypracovanou pre prokaryotické bunky. Jednu z takýchto predstáv vypracoval KALININ /1973/ o postavení fytochrómov. Fytochróm<sub>665</sub> v etiolovaných pletivách reaguje s aporepresorom, produkovaným regulačným génom tak, že vytvorený komplex sa nedostane do súčinnosti s operačným génom. V tomto prípade je transkripcia štrukturálneho génu potlačená. Po absorpcii červenejho svetla F<sub>665</sub> prechádza v komplex F<sub>725</sub>, aporepresor reaguje s operačným génom a indukuje transkripciu zo štrukturálneho génu. Prechod F<sub>665</sub> → F<sub>725</sub> je reverzibilný a na základe toho prebieha aj indukcia a represia syntézy mRNA.

Ten istý autor predložil aj schému mechanizmu účinku kyseliny giberelovej na úrovni operónu. Je známe, že GA vplyv-

va na biosyntézu enzymov glycidového metabolizmu  $\alpha$ -amyláza, fosfohexokináza ap./. Dobre je preštudovaný najmä jej vplyv na syntézu  $\beta$ -amylázy. V klíčiacej obilke jačmeňa sú náležite pre derepresiu štruktúrnych génov zodpovedných za syntézu enzymu vychádzajú z endospermu do embrya. Ak sa embryo odstráni, syntéza sa zastaví, avšak aplikácia GA jeho syntézu obnoví. Podľa uvedenej predstavy GA sa zapája do regulačných mechanizmov počas derepresie DNA štruktúrnych génov. Tým sa umožní transkripcia a syntéza špecifickej mRNA. Nejasný je vzťah medzi GA a aporepresorom. Po aplikácii GA na aleurónovú vrstvu jačmeňa rýchlosť syntézy RNA sa zdvojnásobí. Možno ju blokovať aktinomycínom D, ktorý sa špecificky pripája na guanín dvojzávitnice DNA. Vzniká komplex, ktorý zabraňuje DNA-polymeráze dostať sa do styku s templátom DNA. Týmto sa zastaví syntéza RNA. Z toho autor usudzuje, že sa GA začleňuje do regulačných mechanizmov na úrovni translácie.

#### LITERATÚRA.

1. BRESLER, S.E., *Introduction to molecular biology*. Acad. Press, /N.Y.-London/, 1971.
2. CLARK, Mary E., *Contemporary biology*. W.B. Saunders, /Philadelphia-London-Toronto/, 1973.
3. GRKING, S.D. *Biological systems*. W.B. Saunders, /Philadelphia-London-Toronto/, 1974.
4. НАЛИНИН, Ф.Л., Регуляция метаболизма растительной клетки. Наука Киев, 1973.
5. RICE, T.B., CARLSON, P.S., *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24 /1975/, 279-340.
6. РУБИН, Б.А., ЛАГЫНА, Б.Е., Физиология и биохимия дыхания растений. Изд. Моск. Унив., 1974.
7. ŠKÁRKA, B., FERENČÍK, M., HORÁKOVÁ, K., *Biochémia*. Alfa /Bratislava/, 1973.
8. TURNER, J.F., TURNER, DONELLA H., *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 26, /1975/, 159-186.
8. ZALIK, S., JONES, B.L., *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 24 /1973/, 47-68.

## SYNTÉZA RNK V RASTÚCICH BUNKÁCH KOREŇA

Otilia Gašparíková

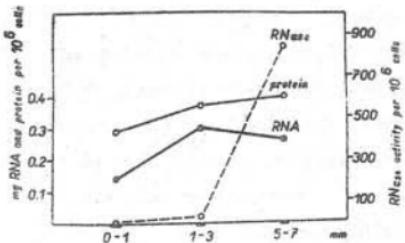
Rastúca koreňová špička je vhodným objektom pre štúdium tak komplikovaného procesu akým je rast, kde metabolické zmeny v bunkách možno pozorovať súčasne so zmenami v ich štruktúre a funkcií. V tejto súvislosti veľká pozornosť bola venovaná najmä zmenám v rýchlosťi respirácie a relatívnej účasti separátnych enzymových systémov v celkovej respirácii /1,2,7/.

S cieľom odhaliť hlavné metabolické črty transformácie meristematických buniek na predĺžujúce sa a na bunky s ukončeným predĺžovaním, sledovali sme kvantitatívne a kvalitatívne zmeny bielkovín, RNK a aktivitu niektorých enzymových systémov v rôznych segmentoch koreňov kukurice.

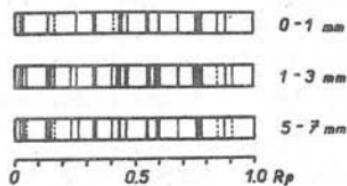
Špička 6 cm dlhých primárnych koreňov kukurice (hybrid CE 380) po odstránení koreňovej čiapočky bola rozdelená na základe distribúcie mitóz a dĺžky buniek (Luxová, osobné zdelenie) na separátne zóny, ktorých prevažná väčšina buniek bola v rovnakom rastovom štadiu. Tieto zóny (0-1mm meristém, 1-3mm predĺžujúce sa bunky, 5-7mm bunky ukončujúce predĺžovanie) sme potom použili na jednotlivé analýzy. Súčasne v každom segmente sme stanovili počet buniek a výsledky vyjadrili na bunku.

Transformácia meristematických buniek koreňa na predĺžujúce sa je spojená s kvantitatívnymi zmenami viacerých zložiek buniek a enzymových systémov. Približne dvojnásobné zvýšenie hladiny bielkovín a ešte výraznejšie zvýšenie obsahu RNK je jedným z najmarkantnejších črt celkového zvýšenia metabolickej aktivity buniek (obr.1). Kvalitatívne zmeny v zastúpení rôznych bielkovín už nie sú tak evidentné (obr.2). Zniženie počtu slabých pásov možno interpretovať ako výsledok poklesu obsahu bielkovín a nie ako ich úplné zmiznutie.

Podobné rozdiely boli zistené u ďalších zlúčenín primárneho metabolismu, napr. rôzne polysacharidy /3/, monosacharidy a sacharóza /5, 6/ a pod. Vyšší obsah týchto látok v predĺžujúcich sa bunkách v porovnaní s meristematickými koreluje s aktivitou enzymov zúčastňujúcich sa ich syntézy a transformácie. Tak napr. transformácia meristematickej bunky je spojená s takmer štvornásobným zvýšením aktivity RNázy (obr. 1), s narastaním aktivity respiračných enzymov a enzymov katalyzujúcich redukciu a asimiláciu dusíka.



Obr. 1. Obsah bielkovín, RNK a aktivita RNázy v koreňových bunkách

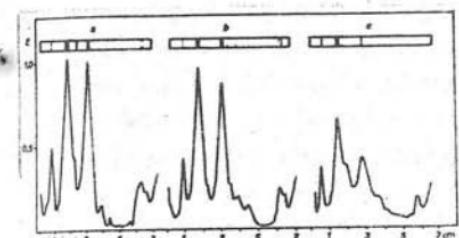


Obr. 2. Elektroforeogram bielkovín separovaných z rôznych segmentov koreňa.

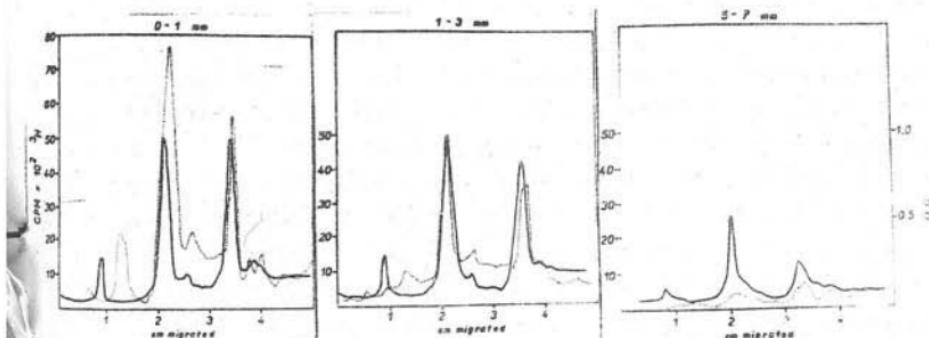
Na základe doterajších výsledkov možno konštatovať, že predĺžujúce sa bunky sú metabolicky aktívnejšie ako meristematické a preto predĺžovanie nemožno ohraňať len na modifikáciu bunkovej steny a na osmotický príjem vody. Transformácia meristematickej bunky na predĺžujúcu sa a samotné predĺžovanie sú spojené so zvýšením takmer všetkých metabolických procesov /4/. Rozdiely sú hlavne kvantitatívne. V žiadnom prípade nebolo zaznamenané objavenie sa, alebo úplná strata niektorého enzymu v predĺžujúcich sa bunkách.

Zmeny v metabolickej aktivite rastlinných buniek a pletív obyčajne súvisia s rýchlosťou akumuláciu r RNK. Pretože predĺžovanie predstavuje značné zmeny v metabolických procesoch buniek, bolo zaujímavé sledovať intenzitu syntézy r RNK a jej kvantitatívne variácie v priebehu rastu a diferenciácie koreňových buniek. Na obr. 3 je znázornená separácia nukleových kyselin izolovaných z rôznych segmentov koreňa. Zápis ukazuje malý pík DNK, dva komponenty ribozomálnej RNK (rRNK) s molekulovou vähou  $0,7$  a  $1,3 \times 10^6$ . Naviac v malom množstve sú prítomné RNK plastidov (m.v.  $0,56$  a  $1,1 \times 10^6$ ) a nízkomolekulárne 5 S a 4 S RNK. Po 90 min značenia s  $^{3}H$ -uridínom značná časť radioaktivity je lokalizovaná v oblasti vysokomolekulárnych RNK (obr. 4). Sú to prekuryzory r RNK (pre-r RNK) s m.v.  $2,5 - 2,7 \times 10^6$  a sú syntetizované v meristematických a v predĺžujúcich sa bunkách. V týchto bunkách prebieha intenzívna syntéza r RNK, ktoré sú veľmi intenzívne značené. Okrem spomenutých komponentov na zápisoch radioaktivity RNK meristematických a predĺžujúcich sa buniek objavuje sa malý komponent s molekulovou vähou  $1,0 \times 10^6$ , ktorý je pravdepodobne mitochondriálna RNK. Pre-r RNK a r RNK meriste-

matických buniek boli značené už po veľmi kratkej dobe (20 a 40 min). Na druhej strane v bunkách, ktoré sa prestávajú predĺžovať, tieto frakcie a zvlášť tažké pre-r RNK vôbec neboli značené.



Obr.3. Nukleové kyseliny izolované z rôznych segmentov koreňa, frakcionované na 2,4% polyakrylamidovom géle.



Obr.4. Inkorporácia  $^3\text{H}$ -uridínu do nukleových kyselín.

Výsledky ukázali, že priebeh syntézy RNK v rôznych štadiích vývinu buniek koreňa je rovnaký. Neboli pozorované žiadne rozdiely molekulo-vých váh molekúl pre-r RNK. Rozdiel je len v rýchlosťi a v intenzite ich syntézy a v pomere 1,3 a  $0,7 \times 10^6$  r RNK.

#### Literatúra

- 1. Hadačová, V., Biol. Plant. 10 /1968/, 385-398. - 2. Chavkin, E.S., Fiziologija korňa, VINITI AN SSSR, Moskva, 1973. - 3. Jensen, W.A., Ashton, M., Plant Physiol. 35, /1960/, 313-323. - 4. Obručeva, N., The development and function of roots. Ed. J.G.Torrey and D.F.Clarkson, Acad Press, 279-298, /1975/. - 5. Rogozinska, J., Acta Soc.Bot.Polon., 34/1965/, 627-635. - 6. Ste-Marie, G., Weinberger, P., Can.J.Bot. 49, /1971/, 195-200.

СИНТЕЗ РИБОСОМАЛЬНОЙ РНК В РАСТУЩИХ КЛЕТКАХ КОРНЯ  
Отилия Гашпарикова

Трансформация меристематических клеток корня в продолжающиеся клетки связана с количественными изменениями нескольких составных частей клеток и их энзиматических систем. Одной из наиболее характерных черт метаболических изменений клеток является двух- и большекратное увеличение общего содержания белка. Качественные изменения не настолько наглядны. Известно, что с морфологическим развитием клеток узко связана уровень РНК. Еще неизвестны изменения профиля РНК и скорость синтеза рРНК в клетках разной эволюционной стадии.

В качестве экспериментального материала применялись разные сегменты первичных корней кукурузы, в которых преимущественно меристематические клетки (0-1 мм), растущие клетки (1-3 мм) и клетки окончившие свой рост (5-7 мм). Нуклеиновые кислоты изолировались фенольным методом и разделялись на 2,4% полиакриламидовом геле. В качестве прекуроров синтеза РНК применялись  $^{32}\text{PO}_4$  и  $5\text{-}^3\text{H}$  уридин.

Оказалось, что клетки всех исследованных зон содержат ДНК, два компонента рРНК с молекулярным весом  $0,7 \times 10^6$  и  $1,3 \times 10^6$  дальтонов. Кроме того небольшое количество рРНК с молекулярным весом  $0,56 \times 10^6$  и  $1,1 \times 10^6$  дальтонов и низкомолекулярные компоненты 4 и 5S РНК. Самый быстрый синтез рРНК протекает в меристематических клетках, у которых пре-рРНК и рРНК были мечены уже после короткого интервала. После 40 мин мечения были идентифицированы две тяжелые фракции, прекураоры рРНК. Эти высокомолекулярные компоненты ( $2,7 - 2,9 \times 10^6$  дальтонов) также как и  $0,7$  и  $1,3 \times 10^6$  рРНК были мечены только очень слабо в клетках с окончивающим ростом растяжением.

Было установлено, что ход синтеза РНК в растущих клетках корня кукурузы одинаковый. В работе обсуждаются изменения в соотношении разных компонентов РНК связанные с трансформацией и ростом клеток корня.

## REGULACE METABOLIZMU NITRÁTU V IZOLOVANÝCH KOŘENECH HRACHU

Josef Sahulka

Stupeň určující rychlosť využití  $\text{NO}_3^-$  v rostlině je redukce  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$ , ktorá je katalyzovaná nitratreduktázou (NR). Na tomto stupni môže byť asimilácia  $\text{NO}_3^-$  ovlivňená hladinou enzymu, koncentrácií substrátu a množstvím NADH dostupného pre redukci dusičnanu.

NR je enzym adaptívny. Za normálnych okolností je indukována substrátem, indukcia však môže byť vyvolaná i exogenne dodaným nitritom, t.j. produktem. V obou prípadech je syntéza NR závislá na príslušnom cukru do buniek. Při indukci NR dusičnanem se uplatňuje prednostně určitý kompartment  $\text{NO}_3^-$ . Lze predpokladať, že indukci nezpôsobují  $\text{NO}_3^-$  uložené ve vakuole (zásobní pool) a podľa našich výsledkov není indukcia NR priamo závislá ani na  $\text{NO}_3^-$ , ktoré sa vyskytuje v blízkosti NR v cytoplasmé a sú redukované (metabolický pool). Indukcia NR pravdepodobne vyvoláva speciálnu indukciu nitrátového poolu, oddeleného od ostatnich poolu membránou a teda umiesteného v niektoré z bunecných partikulí. Pro existenci takového poolu sviedčí toto: (a)  $\text{Cl}^-$ , ktoré snižují príjem  $\text{NO}_3^-$  a jejich transport pres membrány, snižuje hladinu NR, nesnijují však koncentráciu  $\text{NO}_3^-$  v miestach jejich redukcie (metabolický pool); (b) zvýšení koncentrácie  $\text{H}^+$  iontov, ktoré zvyšuje transport  $\text{NO}_3^-$  pres membrány, zvyšuje hladinu NR; (c) mezi amonnými solami zpôsobujú zvýšení hladiny NR v prítomnosti  $\text{NO}_3^-$  (pretože zároveň snižují príjem  $\text{NO}_3^-$  a jejich akumuláciu v zásobním poolu) amonné soli silných anorganických kyselin, ktoré v roztocích disociujú na  $\text{NH}_4^+$  a aniont kyseliny a ďalej na  $\text{NH}_3$  a  $\text{H}^+$  a mají proto roztoky s kyselou reakciu.

Cukry sú v buňke rovnako kompartmentované. U glykofytov je časť rozpustných cukrov ukladáva v speciálnom poolu, pravdepodobne v vakuole, kde slúži pre vyrovnávanie osmotického tlaku. Táto časť cukrov není pohotová pre syntézu NR, pre syntézu NR sú využívané predevším cukry vstupujúce v danom okamžiku do bunky zvenčia a po kratšej dobe i cukry

skladované mimo osmotický pool, pravděpodobně v cytoplasmě. Přidostatečném přísnu cukrů zvenčí je stálá syntéza NR závislá na nepřerušeném příjmu  $\text{NO}_3^-$ , malá část  $\text{NO}_3^-$  akumulovaného v zásobním poolu však může být po ukončení příjmu převedena do indukčního a metabolického poolu. Pozitivní účinek exogenního cukru, dodaného současně s  $\text{NO}_3^-$ , na syntézu NR není doprovázen stejným účinkem na akumulaci  $\text{NO}_3^-$  v zásobním poolu, kořenové segmenty preinkubované 20 h bez cukru však akumulují méně  $\text{NO}_3^-$  než segmenty čerstvě oddělené z klíčních rodtlin. To ukazuje, že syntéza NR je pravděpodobně ovlivněna jiným cukerným (energetickým) poolem než příjem  $\text{NO}_3^-$  a akumulace  $\text{NO}_3^-$  do zásobního poolu, že cukry (ze speciálního poolu) možná přímo spolupůsobí při indukci a syntéze NR, a že cukry (ze speciálního poolu) podporují aktivní transport  $\text{NO}_3^-$  do indukčního nitrátového poolu.

Indukce NR exogenním nitritem se liší od indukce nitrátem hlavně v tom, že při krátké expozici kořenů (do 8 h) a nízké koncentraci  $\text{NO}_2^-$  (0,5 mM) může být nitrit mocnější induktor NR než  $\text{NO}_3^-$ , při expozicích přes 24 h a vyšších koncentracích  $\text{NO}_2^-$  je poměr obrácený. Skutečnost, že indukce NR exogenním  $\text{NO}_2^-$  je rovněž závislá na dodávce cukrů, svědčí proti předpokladu Kaplanové, že NR je enzym indukovatelný produktem a že cukry pouze zajišťují energii pro redukci  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$ . Vyšší účinnost nízkých koncentrací  $\text{NO}_2^-$  spočívá zřejmě v tom, že  $\text{NO}_2^-$  nejsou akumulovány ve vakuole (jejich obsah po počátečním vzestupu brzy opět klesá), že pravděpodobně snadněji pronikají na místa indukce nitrátreduktázy a že možná ovlivňují i transport (kompartimentaci) cukrů uvnitř buněk.

Rychlosť redukce  $\text{NO}_3^-$  je také značně ovlivněna kompartmentací  $\text{NO}_3^-$  iontů.  $\text{NO}_3^-$  uložené ve vakuole jsou od NR prostorově odděleny tonoplastem a jsou proto nesnadněji dostupné pro redukci než  $\text{NO}_3^-$  přijímané do buňky zvenčí. Výsledky získané při sledování účinku amonných solí svědčí pro to, že i v cytoplasmě (vně vakuoly) existuje říze-

ný aktivní transport  $\text{NO}_3^-$ , který určuje, jaký podíl přijatých  $\text{NO}_3^-$  se dostane do určitého kompartmentu. Dojde-li k poškození membrán a k zvýšení pasivního pronikání  $\text{NO}_3^-$  na místa jejich redukce, může to vést k dočasně vyšší redukci  $\text{NO}_3^-$  (pokud ovšem má NR k disposici dostatečné množství NADH). Naopak snížený transport  $\text{NO}_3^-$  přes tonoplast (na př. vlivem  $\text{Cl}^-$ ) může vést během příjmu  $\text{NO}_3^-$  k dočasnému vyrovnaní koncentrace  $\text{NO}_3^-$  v cytoplasmě vně vakuoly i při sníženém celkovém příjmu  $\text{NO}_3^-$ .

Výsledky jiných autorů a zčásti i výsledky naše ukazují, že využití  $\text{NO}_3^-$  uložených v zásobním poolu (při přerušeném příjmu  $\text{NO}_3^-$  zvenčí) závisí na energetickém metabolismu (aktivní transport přes tonoplast), v listech na účinku světla (jednak prostřednictvím energetického metabolismu, jednak prostřednictvím fytochromu a příbuzných regulačních systémů). Samotná rychlosť redukce  $\text{NO}_3^-$  in situ je také závislá na dostupnosti NADH a ta je opět závislá na dostupnosti (kompartmentaci) cukrů.

Tato fakta ukazují, že při regulaci redukce  $\text{NO}_3^-$  hraje značnou úlohu také kompartmentace  $\text{NO}_3^-$  a kompartmentace cukrů.

Experimentální data byla anebo budou publikována v *Biology Plantarum*.

STUDIUM VÝZNAMU NĚKTERÝCH MAKROBIOGENNÍCH PRVKŮ  
V METABOLISMU DUSÍKU

Alena Činčerová

Předložený příspěvek shrnuje výsledky studií některých charakteristik metabolismu dusíku ve spojitosti s deficitem základních makrobiogenických prvků v živném roztoku /Ca, K/. Pokusnými objekty byly mladé rostliny pšenice a tykve, které se navzájem liší značně svou citlivostí především k nedostatku Ca. Je obecně známo /1/, že nedostatek Ca snižuje příjem nitrátů rostlinou. Totéž potvrdila Kadlečková /2/ pro nedostatek K u rostlin pšenice. Mezi -Ca a -K variantou byl však průkazný rozdíl ve prospěch snížení příjmu nitrátů za Ca deficience.

Nedostatek Ca zasáhl dále do metabolismu již na úrovni přípravy amonných iontů z nitrátů. Tento jev, tj. snížení aktivity nitrátreduktázy deficitem vápníku popsali u rostlin pšenice Harper a Paulsen /3/. Práce z našeho oddělení tento nález potvrdila pro kořeny tykve a navíc zjistila, že vápník je nutný už i pro syntézu tohoto klíčového enzymu /4/.

Na rozdíl od nitrátreduktázy zvyšuje vápník aktivitu enzymu, zodpovědného za primární syntézu aminokyselin - glutamatdehydrogenázy /3/. Novotná z našeho oddělení zjistila navíc, že izoenzymové složení GDH závislé na NAD je u rostlin pšenice sice stejně v podmínkách deficitní i plné výživy vápníkem, ale v podmínkách nedostatku Ca dochází ke vzrůstu aktivity izoenzymu, označeného  $R_e = 0.24$ . Draslík neovlivňuje ani aktivitu GDH, ani změny v aktivitě zmíněného izoenzymu /5/.

Na úrovni aminokyselin vyvolává nedostatek Ca kvantitativní posun poměru mezi normálními a podvyživenými rostlinami : u rostlin tykve i pšenice byla za Ca deficience zvýšena hladina volných aminokyselin v nadzemní části, snížena /s výjimkou glutamátu/ v kořenech /6, 7/.

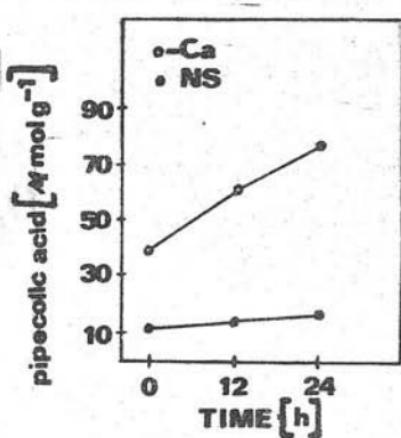
Z hlediska metabolismu aminokyselin je pathofyziologický stav rostlin pšenice za nedostatečné výživy charakterizován nástupem nových specifických cest, které v našich pokusech

vedly za nedostatku vápníku k tvorbě neproteinogenní imino-kyseliny - kyseliny pipekolinové /8, 9/. Biosyntéza této látky je u rostlin, v nichž není za normálních podmínek součástí poolu volných aminokyselin, považována za indikátor poruchy metabolismu dusíku v důsledku mikrobiální nebo virové infekce. Podle našich výsledků může být podobně hodnocena jako ukazatel fyziologické choroby, vzniklé nedostatkem vápníku už v době, kdy vnější znaky rostliny nejsou ještě definiční zasaženy. Nedostatek Ca tento jev nevyvolává, jde tedy o specifický vliv vápníku na degradativní metabolismus amino-kyseliny lysinu, která je prekurzorem kyseliny pipekolinové. Dokumentujeme tento závěr obr. 1, který ukazuje vysokou míru využití lysinu Ca deficitními rostlinami k tvorbě kyseliny pipekolinové. Dále radiochromatografický záznam stavu degradače exogenně dodaného lysinu, značeného radiouhlíkem /obr. 2/ ukazuje výrazný přírůstek aktivity v kyselině pipekolinové,  $\alpha$ -aminoadipové a slabou aktivitu v kyselině glutamové. V rostlinách s plnou Ca výživou byl přírůstek aktivity kyseliny pipekolinové podstatně nižší, ale objevila se slabá aktivita v prolinu. Není vyloučeno, že za podmínek plné výživy funguje redukční enzymový mechanismus směrem k syntéze prolinu. Tento mechanismus je totiž využitelný jak při tvorbě prolinu, tak kyseliny pipekolinové /10/.

Jednoznačný zásah vápníku do metabolismu lysinu nás vedl ke studiu degradační cesty lysinu směřující k tvorbě kyseliny pipekolinové /11/. Prvním stupněm je deaminace lysinu, která může být katalyzována aminotransferázami. V našich pokusech byla průkazná transaminace na aminové skupině lysinu v poloze 2 /L-lysin : 2-oxoglutarát aminotransferáza, zatím bez kódového čísla/. Aktivita enzymu byla průkazně zvýšena v rostlinách s nedostatkem vápníku, což dokazuje, že deficit tohoto prvku ovlivňuje metabolismus lysinu už na prvním degradačním stupni /obr. 3/.

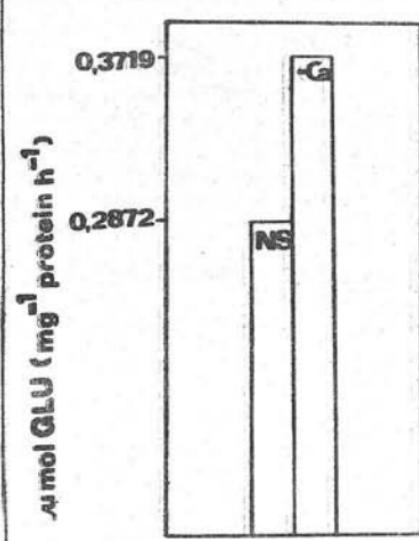
1. Burström, H., Physiol. Plant. 7 /1954/, 332 - 342. -
2. Kadlečková, Z., Vliv nedostatku vápníku a draslíku na metabolismus aminokyselin v pšenici. Dipl. práce PřFUK, /Praha/,

1974. - 3. Harper, J.E., Paulsen, G.M., Plant Physiol. 44 /1969/, 69 - 74. - 4. Prášil, I., Biol. Plant. 17 /1975/, 223 - 225. - 5. Novotná, D., Vliv nedostatku vápníku a draslíku ve výživě pšenice na aktivitu a izoenzymové spektrum glutamátdehydrogenázy. Dipl. práce PřFUK, /Praha/, 1976. - 6. Šindelářová, D., Acta Univ. Carolinae-Biol. 1969 /1970/, 361 - 365. - 7. Černá, E., Acta Univ. Carolinae-Biol. 1971 /1974/, 379 - 383. - 8. Činčerová, A., Černá, E., Acta Univ. Carolinae-Biol. 1971 /1973/, 149 - 157. - 9. Činčerová, A., Černá, E., Z. Pflanzenphysiol. 74 /1974/, 366-370. - Meister, A., Radhakrišnan, A.N., Buckley, S.D., J. Biol. Chem. 229 /1957/, 789 - 800. - 11. Činčerová, A., Z. Pflanzenphysiol. 80 /1976/, 348 - 353.



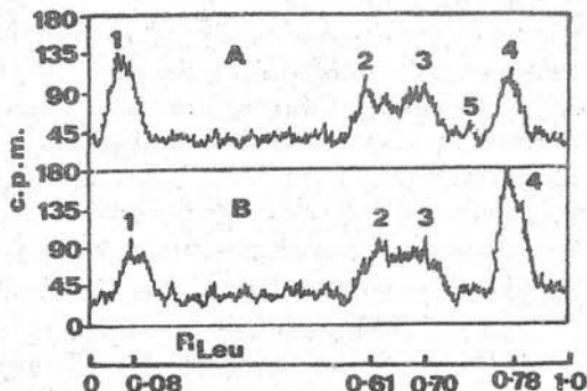
Obr.1.Biosyntéza kyseliny pipelikinové z lysinu za nedostatku vápníku /-Ca/. NS - plný živný roztok.

Fig.2.Biosynthesis of pipelic acid from lysine under Ca deficiency /-Ca/. NS - complete nutrition solution.



Obr.3.Aktivita L-lysin:2-oxoglutarát aminotransferázy v rostlinách Ca deficitních /-Ca/ a plně živených /NS/.

Fig.3.Activity of L-lysine: 2-oxoglutarate aminotransferase in Ca deficient /-Ca/ and complete nutrient solution plants /NS/.



Obr. 2. Radiochromatografický záznam degradace  $^{14}\text{C}$ -lysinu. 1-lysin, 2-kys. glutamová, 3-kys.  $\alpha$ -aminoadipová, 4-kys. pipekol inová, 5-prolin. A - rostliny v plném živném roztoku, B - Ca deficitní rostliny 24 hodin po začátku sycení lysinem.

Fig. 2. Radiochromatographic record of  $^{14}\text{C}$ -lysine degradation. 1-lysine, 2-glutamic acid, 3- $\alpha$ -amino adipic acid, 4-pipecolic acid, 5-proline. A - plants in complete nutrient solution, B - Ca deficient plants 24 hours after commencing lysine feeding.

## ИЗУЧЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОБМЕНЕ АЗОТА У РАСТЕНИЙ

Алена Чинчерова

Недостаток растений в макроэлементах /Ca, K/ вызывает изменения в уровнях аминокислот, влияет на усвоение нитратов, на синтез и активность нитратредуктазы. Активность глиутаматдегидрогеназы и ей изофермента  $R_e = 0.24$  увеличились в условиях недостатка кальция. У растений, выращенных в недостатке Ca, появилась непротеймогенная аминокислота - пипеколиновая кислота - как показатель патофизиологического состояния этих растений. Опыты с использованием меченого лизина доказали, что лизин является предшественником пипеколиновой кислоты в условиях недостатка кальция.

Этот дефицит вызвал влияние уже на первую степень деградации лизина, являющейся биосинтетическим путем пипеколиновой кислоты - активность фермента лизин-оксо- $-2$ -глютарат аминотрансферазы в этих условиях увеличилась.

FENYLPROPANOVÉ DERIVÁTY, HLAVNÍ FENOLICKÉ LÁTKY ROSTLIN  
ČELEDI BRASSICACEAE, JEJICH VZNIK A INTERAKCE S RŮSTOVÝMI  
LÁTKAMI

Milan Kutáček, Květa Vacková, Josef Eder, Rita Maříkini de  
Almeida, Eva Zelená

Bыlo zjištěno (1), že v klíčních rostlinách brukve jsou hlavními fenolickými látkami estery kyseliny sinapové (4-hydroxy-3,5-dimetoxyskořicové kyseliny) (SK). Nejvíce je zastoupen glukosový ester SK (1-O-sinapoyl- $\beta$ -D-glukosa) (SG)-0,6 mg% sušiny, další fenolickou látkou je sinapin (cholinester SK) (SP)- 0,2 mg% sušiny. Obě látky byly identifikovány chromatograficky, měřením UV spekter a bathochromního posunu, IR spekter a částečně i hmotovým spektrem. Volná SK nebyla v klíčních rostlinách zjištěna. Světlo zvyšuje obsah jmenovaných fenolických látek v rostlinách.

Studovali jsme dále interakci SK a jejích esterů SG a SP s auxinem (1). Samotná SK, rovněž SG v nízkých koncentracích (do 0,25 mg ml<sup>-1</sup>) stimuluje růst úseků kolaoptile pšenice, ve vyšších koncentracích růst inhibuje. SP je téměř bez účinku. Za dodání IAA (1 µg ml<sup>-1</sup>) byl stimulační vliv všech tří látek SK, SG a SP na růst úseků kolaoptile pšenice zvlášť patrný, zvláště u SG. Chromatograficky jsme se přesvědčili, že zkoumané látky permeují do tkáně. Domníváme se, že potencovaný účinek derivátů SK záleží v ochranném vlivu derivátů, což se může projevit i při transportu těchto látek, který je u prostých fenolů problematický. Vysvětlení stimulačního vlivu těchto látek na auxinem vyvolaný růst spatřujeme v jejich funkci protektoru IAA. Jsou přednostně oxidovány auxinoxidázou a tak ochraňují IAA před degradací (1).

V současné době se zabýváme bližším studiem vzniku a funkce SP, což nás zavádí ke studiu cholinesterázy (ChE) v rostlinách. Řešíme a/ výskyt ChE, b/ specifitu enzymu vůči substrátu SP, optimální podmínky reakce, c/ inhibici ChE některými retardanty a biologicky aktivními látkami,

## d/ syntetickou činnost ChE.

Většina těchto výsledků je dosud předběžná. Zprávy o výskytu acetylcholinu a ChE (E.C.3.1.1.8.) v rostlinách jsou dosud sporadické a nesystematické. Z literatury a z našich zkušeností vyplývá, že acetylcholin je v rostlinné říši dosti rozšířen, důkaz ChE se daří v mnohých rostlinných druzích, nikoliv však ve všech testovaných rostlinách (2). Nejvíce je pohledána ChE z fazolu a hrachu, kterou také studujeme. Výskyt aktivity je též závislý na ontogenezi rostlin. Tak např. důkaz biosyntézy SP z  $^3\text{H}$ -cholinu se nedáří v infiltrovaných mladých rostlinách hořčice; v tkáňové kaši, ze semen je však syntéza SP patrná (substrát :  $^3\text{H}$ -cholin, SK, dále CTP, ATP). Další obtíž pramení z částečné rozpustnosti enzymu, který je vázán na buněčných partikulích, proto pracujeme jak s enzymovým extraktem, tak s partikulárním preparátem (2).

ChE hrachu štěpí aktivně SP. Specifitnost reakce ověřujeme specifickým inhibitorem ChE, fysostigminem. Optimální podmínky reakce jsou pH 7,7, optimální teplota 32°C. ChE zkoušíme inhibovat některými retardanty. Inhibiční vliv <sup>Mať</sup>kvartérní báze (např. CCC), organofosfáty (např. Malathion), Alar a hexametylentetramin. Výsledky uváděné u kvartérních sloučenin použitých jako iodidy a bromidy jsou jen orientační, vzhledem k tomu, že i KJ a KBr působí částečně inhibičně (tab.1).

Působení ChE lze též vhodným nastavením poměru substrátů obrátit směrem k syntéze (u pšeničné ChE činí optimální molární poměr SA k cholinu 1:40). Kofaktory reakce jsou CTP a ATP. Zémennou SK dalšími deriváty skořicové kyseliny, jako kyselinou ferulovou, kávovou, p-kumarovou, lze též získat cholinové estery, jak jsme shledali v předběžných pokusech. Biosyntézu SP inhibuje CCC.

Souhrn :

1/ V klíčných rostlinách brukve jsou hlavními fenolickými látkami estery kyseliny sinapové : glukosový ester-sinapoylglukosa, cholinový ester-sinapin. Volnou ky-

selinu sinapovou jsme v klíčních rostlinách nezjistili.

2/ Kyselina sinapová a její estery v nízkých koncentracích aktivují růst úseků coleoptilí pšenice působený IAA, ve vyšších koncentracích růst inhibuje. Uvedené látky působí jako protektory IAA. 3/ Aktivní cholinesteráza za použití sinapinu jako substrátu byla sledována v preparátech z klíčních rostlin hrachu, pšenice, ze semen hořčice. Její výskyt je závislý na ontogenezi rostlin. Dalším problémem je omezená rozpustnost enzymu z partikulární frakce. 4/ Cholinesteráza hrachu je inhibována fysostigminem, dále kvartérními bazemi (např. CCC), organofosfáty (např. Malathion), Alarem a heksaminem. Z výsledků na modelové reakci se sinapinem dáváme v úvahu, zda uvedené retardanty a další biologicky aktivní látky nezasahují při svém působení *in vivo* do metabolismu cholinu. 5/ Předběžné pokusy ukázaly, že lze očekávat vznik cholinových esterů i u dalších fenylpropanových kyselin, katalyzovaných cholinesterázou. CCC inhibuje syntézu sinapinu.

#### Literatura :

1. Kutáček, M., Kefeli, V., Vacková, K., Macháčková, I., 9th Int. Conf. on Plant Growth Subst., ed. Pilet, Lausanne, 1976. - 2. Fluck, R.A., Jaffe, M.J., Phytochemistry 13 (1974), 2475-2480.

Tab.1. Inhibice cholinesterázy hrachu v % (substrát sinapin, koncentrace inhibitorů  $10^{-4}$  M). - Inhibition of pea cholinesterase in % (substrate sinapine, concentration of inhibitors  $10^{-4}$  M).

CCC	100	Malathion	100
Fysostigmin	100	AMO 1618	94
Tetramethylamonium jodid	100	Hexametylentetramin	96
Cetyltrimethylamonium bromid	100	Alar	89
Allyltrimethylamonium bromid	100	KBr	78
Fenyltrimethylamonium jodid	96	KI	70

ФЕНИЛПРОПАНОВЫЕ ЭФИРЫ ХОЛИНА, ФЕНОЛОВЫЕ ВЕЩЕСТВА РАСТЕНИЙ  
СЕМЕЙСТВА BRASSICACEAE, ИХ ОБРАЗОВАНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ  
С РОСТОВЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Милан Кутачек, Квета Вацкова, Йозеф Эдер, Рита Малини де  
Алмейда, Ева Зелена

В проростках кольраби основными фенольными веществами являются эфиры синапиновой кислоты: глюкозный эфир-синапоил-глюкоза и холиновый эфир-синапин. Свободную синапиновую кислоту мы в проростках не обнаружили. Синапиновая кислота и ее эфиры в низких концентрациях активируют рост отрезков колеоптиле пшеницы, вызванный ИУК, при высоких концентрациях - ингибируют. Упомянутые вещества предпочтительно окисляются ауксиноксидазой и действуют как защитные вещества по отношению к ИУК. Активная холинэстераза изучалась с применением синапина в качестве субстрата в клеточных и бесклеточных препаратах из проростков гороха, пшеницы, из семян горчицы. Ее наличие зависит вероятно от онтогенеза, - очередной проблемой является ограниченная растворимость энзима из партикулярной фракции. Холинэстераза гороха ингибируется физостигмином, далее четвертичными основаниями (напр. хлорхолинхлоридом), органофосфатами (напр. малатионом) и одновременно Аларом и гексаметилентетрамином. Из результатов на модельной реакции возникает вопрос: не действуют ли упомянутые ретарданты и другие физиологически активные вещества в опытах *in vivo* на метаболизм холина. Предварительные опыты показали, что можно ожидать возникновение холиновых эфиров и других фенилпропановых кислот, например кислот п-кумаровой, кофейной, феруловой, катализированной холин-эстеразой. Хлорхолинхлорид ингибирует синтез синапина.

## DISTRIBUCE ŠKROBU V ROSTLINNÝCH PLETIVECH A JEJÍ REGULACE

Jaromír Kutík a Karel Beneš

Rozdíly v látkovém složení resp. metabolismu různých orgánů rostlinného těla se považují - spíše neprávem - za banální fakt. Intenzivně se studuje metabolická odlišnost různých buněčných složek. Úroveň pletiv a systémů pletiv je z daného hlediska opomíjena. V naší laboratoři se pokoušíme o látkovou resp. metabolickou charakteristiku jednotlivých buněčných komplexů v souvislosti s jejich diferenciací. Na základě studia hydrolytických enzymů jsme se pokusili o klasifikaci typů lokalizace látok na anatomické úrovni. Přitom vystala otázka regulačních mechanismů odpovědných za dané uspořádání, vzor (Muster, pattern) /1/.

V poslední době jsme věnovali pozornost lokalizaci škrobu. Mohli jsme zde navázat na fyziologické práce z naší laboratoře /3, 6/ a využít jednak možnosti konfrontace nálezů na intaktní rostlině a na explantátech, jednak možnosti experimentálních regulačních zásahů.

Objektem naší práce byly kořenové špičky, stonková dřeň a segmenty listové čepele, jak bude uvedeno. Škrob jsme detekovali na parafinových řezech z materiálu fixovaného FAA pomocí Lugolova roztoku vlastním modifikovaným postupem rezultujícím v trvalé preparáty /4/.

Nejprve jsme studovali asi 5 mm dlouhé špičky klíčních kořenů hrachu setého (*Pisum sativum L. cv. Raman*), bobu obecného (*Faba vulgaris Moench. cv. Chlumecký*), vlčího bobu bílého ("lupiny", *Lupinus albus L. cv. Pflugs ultra*), tykve obrovské (*Cucurbita maxima Duch. cv. Veltruská obrovská*) a kukuřice seté (*Zea mays L. cv. Český bílý koňský zub - primární kořen*) a stejně dlouhé špičky adventivních kořenů česneku cibule ("cibule kuchyňské", *Allium cepa L. cv. Hiberna*). Distribuce škrobu byla sledována na začátku prodlužovací zony. Škrobová zrna jsou rozložena zákonitým způsobem, např. u hrachu jsou především v buňkách primární kůry a téměř nejsou patrná ve středním válci, u kukuřice jsou naproti tomu jak v primární kůře tak ve středním válci. U hrachu pak byly dále sledovány kořeny ze semen pocházejících z různých sklizní, z různých stanovišť, různé způsoby

kličení, různá doba kličení a některé další odrůdy (Meteor, Borek a Orion). Nebyly zjištěny větší odchylky ve výskytu škrobu s výjimkou různé doby kličení : u 1denních kořenů je škrobu nepatrně, hojně je ho u kořenů 2 až 3 denních, u starších kořenů (9denní vodní kultura) je škrobu opět výrazně méně. Lokalizace je vesměs zachována, i když vzájemné kvantitativní poměry mezi jednotlivými buněčnými komplexy se mění. V bazálních partiích kořene (10 mm od špičky) je škrobu méně.

Jscu-li klíční kořeny hrachu sterilně kultivovány v tekutém mediu /3/, škrob se v nich po izolaci téměř nevyskytuje, po 5 dnech kultivace se obnoví přirozené množství škrobu a dále ho již nepřibývá. Jeho distribuce je v zásadě stejná jako v intaktních klíčních kořenech. Nejsou patrný žádné výrazné rozdíly mezi kořeny kultivovanými v pouhém roztoku glukózy a v roztoku glukózy s  $10^{-6}$  M kyselinou alfa naftyloctovou a  $10^{-6}$  M kinetinem /2, 5/.

Stonková dřeň krmné kapusty (*Brassica oleracea* L. convar. *acephala* DC. Alef. s. l. var. *medullosa* Thellg. cv. Krasa) se v přirozeném stavu jeví jako homogenní parenchymatické pletivo bez škrobu. Při sterilní kultivaci *in vitro* na pouhém vodném agaru se tento obraz nemění. Jscu-li disky kultivovány na agaru s glukózou, dochází v nich k přechodnému ukládání škrobu. Při kultivaci na agaru s glukózou a s kyselinou alfa naftyloctovou a kinetinem ( $10^{-6}$  až  $10^{-4}$  M) ukládá se škrob po celou dobu kultivace (21 dní) a jeho množství je pak značně větší než při kultivaci na mediu bez regulátorů. Distribuce škrobových zrn je v obou případech výrazně inkvární, třebaže k nějaké nápadné morfologické diferenciaci v explantátu nedochází. Vedle škrobových zrn běžného vzhledu nacházíme často velká čočkovitá škrobová zrna slatěji zbarvená.

V čepeli intaktních listů hrachu (viz výše) pěstovaného 7 dní ve vodní kultuře na světle jsou patrná drobná škrobová zrna ve všech pletivech, v listech kukuřice (viz výše) je zá stejných podmínek škrob v pochvách cévních svažků a chytí v mezofylu. Po dvoudenním pobytu rostlin ve tmě škrob prakticky vymizí. Jsou-li segmenty listů takto

zbavených škrobu inkubovány 1 až 2 dny ve tmě na hladině sacharózy (0,3M, což je optimální koncentrace), škrob se v nich obnoví a u kukuřice se nadto vytvoří i v mezofylu. Stejně se škrob vytváří při inkubaci na glukóze, něco méně je ho po inkubaci na maltóze a fruktóze a velmi málo na celobioze, nevzniká na laktóze a galaktóze (vesměs 0,3M). Přítomnost růstových regulátorů auxinového typu (2,4D, alfa naftylooctová kyselina, beta indolylooctová kyselina) ve vyšší koncentraci ( $10^{-3}$  M) resyntézu škrobu inhibuje, nižší koncentrace ( $10^{-4}$  M) inhibují slaběji, "fyziologické" koncentrace ( $10^{-5}$  M) nemají zřetelný efekt. Přidání ( $10^{-4}$  M) cykloheximidu zamezí tvorbu škrobu téměř úplně, streptomycin má mnohem slabší účinek, 5-fluorouracil a chloramfenikol ukládání škrobu neovlivňují.

Výsledky naší práce podporují názor, podle něhož ukládání škrobu v pletivech vyšších rostlin závisí na přítomnosti látek glycidového metabolismu a na přítomnosti endogenních růstových regulátorů. Také naše práce ukázala, že v přirozených systémech i v systémech *in vitro* je v řadě případů lokalizace škrobu výrazně inekvální. Zejména výsledky na discích ze stonkové dřeně kapusty ukazují, že v pletivu se zřejmě vytvářejí gradienty substrátů a regulátorů, které pak určují lokalizaci škrobu tím, že regulují syntetickou aktivitu plastidů diferenciálně v jednotlivých buněčných komplexech.

1. Beneš, K., Acta Univ. Agricult. A. Fac. Agron. 23 /1975/, 735 - 738. - 2. Beneš, K., Kutík, J., in Novák, F.J., edit., Use of plant tissue cultures in breeding. Inst. exper. Bot., /Praha/, 1970. - 3. Hadačová, V., Luštinec, J., Kamínek, M., Biol. Plant. 15 /1973/, 427-429. - 4. Kutík, J., Beneš, K., Biol. Plant. 19 /1977/, 309-312. - 5. Kutík, J., Beneš, K., in Novák, F.J., edit., Use of plant tissue cultures in breeding. Inst. exper. Bot., /Praha/, 1970. - 6. Luštinec, J., Kamínek, M., Beneš, K., in Erdelský, K., edit., Colloquium on plant tissue cultures. Univ. Komen., /Bratislava/, 1976.

Za podnětné připomínky autoři děkují dr.J.Luštincovi CSc. a ing.L.Chvojkovi CSc.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРАХМАЛА В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ  
Яромир Кутик, Карел Венеш

В продолжение гистохимического изучения проводимого в нашей группе изучалась регуляция отложения крахмала в связи с дифференциацией тканей высших растений.

В верхушках корней проростков гороха, боба, люпини, тыквы, кукурузы и лука (придаточные корни) крахмальные зерна расположены по закономерному образцу. У гороха этот образец одинаков при различных условиях прорастания, у различных сортов итд. Количество крахмала, но не общий образец его локализации, зависит от длительности прорастания и культивирования. При культивировании *in vitro* корней проростков гороха в жидкой среде распределение крахмала в основном такое же как в естественном состоянии. Выразительных различий между корнями культивированными в растворе глюкозы и в растворе глюкозы с  $10^{-6}$  М НУК и  $10^{-6}$  М кинетина нет.

Паренхиматическая сердцевина стебеля кормовой капусты не содержит крахмальных зерен. При культивировании *in vitro* на плотной сахарной среде без регуляторов роста крахмал здесь временно откладывается. Если сахарная среда содержит НУК и кинетин (оба с  $10^{-6}$  М до  $10^{-4}$  М), то крахмал откладывается постоянно, в большем количестве. В обоих случаях распределение крахмала выразительно неравномерное.

В сегментах пластинки листа гороха и кукурузы избавленных от крахмала в темноте крахмал откладывается при инкубации на поверхности раствора сахарозы или других сахараев. У кукурузы крахмал откладывается также в мезофиле листа, где в естественных условиях его нет. Однаковые результаты получены в присутствии  $10^{-5}$  М ауксинов (2,4 Д, НУК, ИУК).  $10^{-3}$  М ауксины сильно подавляют откладывание крахмала. Циклогексимид также подавляет образование крахмала, гораздо слабее действует стрептомицин и 5-фторурацил и хлорамфеникол (все  $10^{-3}$  М) не оказывают выразительного влияния.

По видимому, откладывание крахмала регулируется градиентами концентрации эндогенных регуляторов роста и метаболитов обмена сахаридаов.

## ŠTÚDIUM DRUHOV

PETASITES HYBRIDUS /L./G., M. et SCH. A PETASITES ALBUS /L./G.  
AKO MODELOVÝCH RASTLÍN S OBSAHOVÝMI LÁTKAMI SESKVITERPE -  
NICKEHO CHARAKTERU.

Terézia Lindauerová

Tribus Senecioneae - chemicky najvýraznejší z ostatných zhľukov čeľade Asteraceae /Compositae/ výskytom senéciových alkaloidov, je význačný tiež veľmi bohatým výskytom látok eremofilanového typu, ktoré sú z hľadiska biogenézy jednou z najzaujímavejších skupín seskviterpenov<sup>1</sup>. Eremofilanové deriváty prítomné v druhu *Petasites hybridus* sú charakterizované oxidáciou v polohe 9, ako je to napr. pri furanopetasine, 9-hydroxyfuroeremofilane a i.<sup>1,2,3</sup>. Naproti tomu druh *Petasites albus* je typický oxidáciou v polohe 6, ako je to napr. pri albopetasine a petasalbine<sup>1,4,5</sup>. Toto poukazuje na existenciu špecifických enzymov v oboch druhoch. Uvedený fakt obohatil znakový komplex študovaných druhov rodu *Petasites* MILL. a môže byť použitý na bezpečné rozlišenie a determináciu týchto taxónov a medzidruhových križencov<sup>6</sup>.

Skutočnosť, že obsah látok v rastlinách kolíše podľa ontogenetického vývoja rastliny, podľa vegetačného obdobia a nie je rovnaký ani vo všetkých rastlinných orgánoch, dala podnet k rozsiahlejšiemu a podrobnejšiemu štúdiu biogenézy, lokalizácie a prípadných zmien určitých eremofilanových derivátov v priebehu vegetačného obdobia. V práci bol sledovaný výskyt špecifických eremofilanových derivátov pri druhoch *Petasites hybridus* a *Petasites albus* počas vegetačného obdobia vo všetkých orgánoch modelových rastlín, najmä z hľadiska lokalizácie ich uchovávania.

Rastlinný materiál bol získaný z 19 rozdielnych lokalít druhov *Petasites hybridus* a *Petasites albus*, zbieraný v previdelných dvojtýždňových intervaloch počas spracovávania jednotlivých úloh v priebehu troch vegetačných období. Vo všetkých skúmaných rastlinách, ktoré poskytli plodné semená, bol stanovený počet chromozómov - pri obidvoch druhoch  $2n = 60$ . Mitóza bola pozorovaná na vzrastných vrcholoch korienkov

kľúčiacich semien sledovaných druhov.

Anatomické hodnotenie bolo zamerané na tvorbu schizogených kanálikov a bola študovaná závislosť medzi lokalizáciou schizogených kanálikov a výskytom furanových derivátov v pletive. Pre sledovanie lokalizácie furoeremofilanových derivátov vo vzťahu k schizogeným kanálikom bola použitá farebná reakcia, ktorú tieto látky poskytujú s Müller-Stahlovým činidlom. Výsledky reakcií neukázali jednoznačnú koreláciu medzi nachádzajúcimi sa vyvinutými schizogenými kanálikmi a lokalizáciou furanových derivátov. Sledovanie furanových derivátov mikrochemickou metódou v závislosti na vegetačnom období sa robilo každé dva týždne v priebehu dvoch rokov vo všetkých orgánoch rastlín zo všetkých lokačít. Bolo zistené, že v druhu *Petasites hybridus* sa sledované látky vyskytujú počas celého vegetačného obdobia pravidelne len v podzemných orgánoch, pri tomto druhu dávalo M-S činidlo zásadne modrozelené zafarbenie. V druhu *Petasites albus* sa sledované látky vyskytujú v rastline počas celého vegetačného obdobia vo všetkých častiach, s M-S činidlom reagujú purpurovočerveným zafarbením.

Rovnako v priebehu dvoch rokov bol sledovaný výskyt furoeremilanu, furanopetasinu a 9-hydroxyfuroeremilanu v rastlinách devätsilu hybridného a albopetasinu, petasalbinu a angelyljaponicinu v rastlinách devätsilu bieleho metódou tenkovrstevnej chromatografie, s týmito výsledkami: furanopetasin, furoeremilan a 9-hydroxyfuroeremilan sa nachádzajú stále - počas celého vegetačného obdobia - v podzemkoch, korenkoch, listových a kvetných pukoch devätsilu hybridného. Z ostatných rastlinných častí sa len v listoch nachádza furoeremilan. Spomínané furanové deriváty sa po detekcii koncentráciami súrovou na tenkých vrstvách silikagelu farbia modrozeleno. Ďalej bolo zistené, že albopetasin, petasalbin a angelyljaponicin sa nachádzajú počas celého vegetačného obdobia vo všetkých rastlinných častiach devätsilu bieleho. Posledné tri furanové deriváty sa na tenkých vrstvách po detekcii farbia purpurovočerveno. Z podzemkov druhu *P. hybridus* bol izo-

lovaný furanopetasin, z podzemkov druhu *P. albus* albopetasin. Izolované látky boli identifikované porovnaním  $R_F$  hodnoty s  $R_F$  hodnotou štandardov, stanovením bodu topenia a určením IC a UV spektier.

Na základe proporcionality medzi veľkosťou plochy škvŕny a logaritmom množstva látky bol stanovený furanopetasin v podzemku deväťsiu hybridného a albopetasin v podzemku deväťsiu bieleho. Obsah látok v 100 g rastlinného materiálu bol určovaný pomocou kalibračnej krivky na základe meraní rôzne koncentrovaných roztokov látky v UV oblasti. Z orientačného kvantitatívneho stanovenia furanových derivátov vyplýva, že množstvo furanopetasinu v podzemku druhu *Petasites hybridus* a albopetasinu v podzemku druhu *Petasites albus* je najnižšie v čase kvitnutia, t.j.v čase najintenzívnejšej vegetačnej činnosti. Najväčšie a ustálené množstvo sledovaných látok bolo zistené v podzemkoch rastlín počas vegetačného kľudu rastliny.

Práca podáva výsledky štúdia vzťahov furoeremofilanových látok k rastlinným orgánom modelových rastlín a poznatky o pravdepodobnom transporte furoeremofilanových zlúčenín v dvoch druhoch rodu *Petasites* MILL. Umožňuje základnú orientáciu v problematike lokalizácie terpenoidných zlúčenín v týchto rastlinách a to z hľadiska čtadia individuálneho vývoja rastliny, jednotlivých orgánov, lokalít a rodu.

1. Herout, V., Šorm, F., *Perspectives in Phytochemistry*, Academic Press London and New York, 1969.
2. Novotný, L., Toman, J., Starý, F., Marquez, A., D., Šorm, F., *Phytochemistry* 5, 1966, 1281-1287.
3. Novotný, L., Samek, Z., Harmatha, J., Šorm, F., *Coll.Czech.Chem. Commun.* 34, 1969, 336-341.
4. Hochmannová, J., Novotný, L., Herout, V., *Coll.Czech.Chem.Commun.* 27, 1962, 2711-2714.
5. Novotný, L., Herout, V., Šorm, F., *Coll.Czech.Chem.Commun.* 27, 1962, 1400-1403.
6. Toman, J., Novotný, L., *Zborn. predn.zjazdu SBS*, 1970, 331-352.

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ PETASITES HYBRIDUS /L./G., M. ET SCH. И  
PETASITES ALBUS /L./ G. КАК МОДЕЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ С СОДЕРЖА-  
НИЕМ ВЕЩЕСТВ ТЕРПЕННОГО ХАРАКТЕРА.

Terézia Lindauerová

В работе обобщаются результаты исследования наличия производных в зависимости от вегетационного периода растений *Petasites hybridus* /L./G., M. et SCH. и *Petasites albus* /L./G.

Работа содержит данные исследования определенных фурановых производных двумя методами: микроскопической реакцией посредством Müller-Stahl реагента и тонкослойной хроматографией. Результаты были получены после обработки всех органов растений собираемых правильно по двум неделям из всех девятнадцати местонахождений в течение исследования трех лет. Было установлено наибольшее содержание исследуемых веществ в видах *Petasites hybridus* и *Petasites albus* во время вегетационного покоя растений, это в течение зимних месяцев.

Результаты работы дают возможность основной ориентировки в проблематике наличия терпеновых соединений в растениях *Petasites hybridus* и *Petasites albus* в первую очередь с точки зрения стадии индивидуального развития растения, отдельных органов, роду и местонахождения.

NIEKTORÉ PROBLÉMY FYZIOLOGIE SESKVITERPÉNOV RUMANČEKA  
 PRAVÉHO /MATRICARIA CHAMOMILLA L./  
 Miroslav Repčák, Robert Hončariv

Matricaria chamomilla, významná európska liečivá rastlina obsahuje niekoľko skupín látok s antiflogistickým a spazmolytickým účinkom. V éterickom oleji, ktorý je lokalizovaný v žliazkach a kanálikoch sú zastúpené seskviterpény: /-/-bisabolol, /-/-bisabololoxid A, B a C,  $\alpha$ -bisabolonoxid A, farrezén, chamažulén /vzniká počas destilácie z laktónu matricinu/, cis a trans en - in- dicykloéter a ďalšie látky dosiaľ neidentifikované, zastúpené v malom množstve. Z nich sme izolovali a identifikovali ďalší seskviterpén spatuolenol /1/.

Primárna funkcia týchto látok v rastline nie je známa. Novšie sa zistilo, že seskviterpenické laktóny vyznačujúce sa  $\alpha$ -metylénovou skupinou v konjugácii s laktónovým karbonylom izolované zo *Saussurea lappa* sú rastové regulátory /2/.

Úvodné práce o biosyntéze seskviterpénov rumančeka pravého s aplikáciou  $^{14}\text{C}$ /3,4/ a ani práce s pletivovými kultúrami /5,6/ nepriniesli ešte dosť údajov o mechanizme a regulácii syntéz.

V súčasnosti sú známe chemické rasy rumančeka pravého charakterizované rozdielnym kvantitatívnym zastúpením jednotlivých seskviterpénov /7,8/. Farmakologicky cenný je /-/-bisabololový chemotyp. Jediná súčasná československá odroda "Bohemica" sa vyznačuje vysokým obsahom /-/-bisabololoxidu A. Túto odrodu sme použili v našich pokusoch.

Pri štúdiu kvalitatívneho a kvantitatívneho zloženia éterického oleja sme použili chromatografiu na tenkej vrstve /9/ a plynovú chromatografiu. Pri vypracovávaní metodiky analýzy plynovou chromatografiou sme vyskúšali niekoľko náplní kolony. Ako optimálnu sme

vybrali zakotvenú fázu FFAP, ktorá dobre delí všetky látky s výnimkou /-/- $\alpha$ -bisabololoxidu B a spatulenolu, ktoré tvoria jeden vrchol /10/.

Výsledky sme hodnotili na samočinnom počítači, pre ktorý sme pripravili program. Po overení homogenity rozptylov Cochranovým testom sme analýzou variancie jednoduchého triedenia testovali významnosť rozdielov medzi priemermi. Po zamietnutí nulovej hypotézy o rovnosti priemerov sme testovali všetky jednoduché kontrasty Tukeyovou metódou.

V našej úvodnej práci o fyziológii obsahu seskviterpénov rumančeka pravého sme sa orientovali na objasnenie lokalizácie éterického oleja a jeho zložiek v nadzemných orgánoch rastliny, zmien v zložení počas kvitnutia úborov a na štúdium krátkodobého rytmického kolísania.

Veľmi nízky obsah éterického oleja sme zistili v listoch a v stonkách len stopy. V úboroch obsah éterického oleja koliše /0,9 - 1,8% v sušine/, pričom najviac je v kvetných lôžkach, menej v rúrkovitých a jazykovitých kvetoch. Výrazné rozdiely sú v zložení éterického oleja. Listy a kvetné lôžka obsahujú farnezén, spatulenol a najmä dicykloéter, kým chamazulén a bisaboloidy nie sú zastúpené. V jazykovitých a rúrkovitých kvetoch éterický olej obsahuje všetky komponenty. Hözl a spol. /3/ na rozdiel od našej práce nezistili farnezén v kvetných lôžkach.

Pre štúdium zmien v zložení éterického oleja počas kvitnutia sme vybrali 11 fáz /10/. Celkový obsah éterického oleja v sušine úborov postupne klesal. Obsah /-/- $\alpha$ -bisabololoxidu A a  $\alpha$ -bisabolonoxidu A v éterickom oleji v priebehu kvitnutia stúpal, obsah dicykloéteru a farnezénu klesal. Chamazulén dosahuje maximum keď je tretina rúrkovitých kvetov rozkvitnutá. Obsah éterického oleja a chamazulénu rumančeka pravého počas kvitnutia študovali viacerí autori /11,12/, výsledky sú však

tažko porovnateľné vzhľadom na rozdielne metódy práce.

Krátkodobé rytmické zmeny v obsahu jednotlivých seskviterpénov sme sledovali v polných pokusoch. Predbežné výsledky naznačujú možnosť existencie cirkadiánnych a infradiálnych biorytmov týchto látok.

#### Literatúra

1. Motl, O., Repčák, M., 1977 v príprave. - 2. Kalsi, P.S., Vij, V. K., Singh, O. S., Wadia, M. S., Phytochemistry 16 /1977/, 784-786. - 3. Hölzl, J., Franz, G., Fritz, D., Vömel, A., Z. Naturforsch. 30C /1975/, 853-854. - 4. Schilcher, H., Planta med. 31 /1977/ 315-321. - 5. Keri, A., Lemberkovics, E., Verzár-Petri, G., Szöke, E., Proc. hung. ann. meet. biochem. 16 th. Budapest. - 6. Reichling, J., Becker, H., Planta med. 29 /1976/, 177-184. - 7. Schilcher, H., Planta med. 23 /1973/, 132-144. - 8. Motl, O., Felklová, M., Lukeš, V., Jasičová, M., Arch. Pharm. 310 /1977/ 210-215. - 9. Hölzl, J., Demuth, G., Dtsch. Apoth. - Ztg. 113 /1973/, 671-673. - 10. Repčák, M., Podhradský, D., v príprave. - 11. Schenk, G., Frömming, K. H., Arch. Pharm. 289 /1956/, 200-203. - 12. Schantz, M. v., Salonen, R., Sci. Pharm. 34 /1966/, 177-185.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПО ФИЗИОЛОГИИ СЕСКВИТЕРПЕНОВ РОМАШКИ  
АПТЕЧНОЙ

Мирослав Репчак и Роберт Гончарив

Методами тенкослойной и газовой хроматографии изучались локализация и состав сесквитерпеноов ромашки аптечной в надземных частях растения и их изменения в течении развития цветков и коротковременного ритмического колебания.

Изолировался новый для ромашки сесквитерпен спатуленол. Оказалось, что существует большая разница в составе эфирного масла в разных частях растения.

В листах и цветоложии находятся в большом количестве дициклоэфир, в меньшем количестве фарнезен и спатуленол. Хамазулен и бизабололокись В в цветоложии не находятся. В трубчатых и язычковых цветах находятся все сесквитерпены ромашки.

Изменения в составе эфирного масла изучалось в течении одинадцати разных фазах расцветания. Содержание эфирного масла в сухом весе цветков с расцветанием понижалось. Содержание (-)- $\alpha$ -бизабололокиси А и (-)- $\beta$ -бизабелонекиси А повышалось и содержание дициклоэфира и фарнезена понижалось. У хамазулена появился максимум во время, когда одна треть трубчатых цветков расцвела.

Коротковременные ритмические колебания в содержании разных сесквитерпеноов изучались в условиях полевого эксперимента. Результаты показывают возможность присутствия циркадиальных и инфрадиальных биоритмических колебаний

ZMENY V OBSAHU CHLOROFYLOV, DUSÍKATÝCH LÁTOK POČAS  
VEGETAČNÉHO OBDOBIA V LISTOCH MARHULE

Bystrik Polek, Eva Zeleňáková

Vegetačná fáza v listoch rastlín sa vyznačuje zmenami aj v obsahu chlorofylov a dusíkatých látok. Tieto zmeny sú dané radom vnútorných a vonkajších faktorov /1/. U drevín na rozdiel od bylín sa ich obsah mení nielen vekom listov, ale aj vekom konára a expozíciov vzhľadom k svetovým stranám. V predkladanej práci sme preto študovali kvantitatívne zmeny v obsahu chlorofylov a, b, celkového a bielkovinového dusíka v závislosti od jednotlivých fáz vegetačného obdobia v listoch s rôznou inzerciou na jednom konári /spodné, stredné, vrchné/. Pre štúdium sme si vybrali ovocnú drevinu *Prunus armeniaca* L., cul. Maďarská najlepšia. Obsah chlorofylu a a b sme po extrakcii acetónom merali registračným spektrofotometrom /2/. Obsah dusíka sme stanovili v mikro-Kjeldahlcovom prístroji /3/. Obsah bielkovinového dusíka sme určili modifikovanou metódou podľa Stöckera a Hackerovej /4/. Uvedené výsledky sme získaли počas vegetačného obdobia roku 1976.

Zistili sme, že krvinky vyjadrujúce kvantitatívne zmeny chlorofylov a + b u všetkých inzercií mali dvojvrcholový priebeh. V prvej fáze krvinky /od začiatku júna do polovice augusta, t.j. v čase mohutného vegetatívneho rastu, tvorby plodov a určitý čas po zbere úrody/ sa zvyšoval obsah chlorofylov. Druhé maximum krvinky kvantitatívnych zmien chlorofylov spadá do jesenného obdobia /viď graf/. Pri štádiu distribúcie chlorofylov v závislosti na inzercii listov sa obsah chlorofylov vzťahovaný na jednotku plochy /dm<sup>2</sup>/ zvyšoval od nižších k vyšším inzerciám. Pri prepočte obsahu chlorofylov na sušinu mal obsah smerom od nižších k vyšším listovým inzerciám klesajúcu tendenciu. Pri sledovaní jednotlivých zložiek chlorofylu a a chlorofylu b sme zistili, že ich kvantitatívny priebeh počas vegetačného obdobia bol podobný ako u sumy chlorofylov. Pomer chlorofylov a:b sa pohyboval v rozmedzí 1,36 - 1,96. Krvinky

obsahu dusíka v listoch všetkých inzercií naznačujú v jarom obdobia vegetačného rastu, dátovaného prvým odberom 18. mája až po 15. júl na stacionárnu fázu krvky /viď graf/. Do tohto obdobia spadá rast vegetatívnych orgánov, tvorba a dozrievanie plodov. Krvky podielu bielkovinového dusíka na celkovom dusíku /v %/ naznačujú v rovnakom čase u všetkých inzercií maximá. V jesennej časti vegetačného obdobia, dátowanej nástupom septembra v čase skrátenia dĺžky svetelnej fázy dňa na 14 hodín, podobne ako u chlorofyllov dochádza k značnému poklesu obsahu dusíkatých látok. Tesne pred opadom obsah celkového a bielkovinového dusíka mierne stúpne. Tento vzostup obsahu dusíkatých látok podielu bielkovinového dusíka i chlorofyllov si vysvetlujeme zvýšenou aktivitou drevín spojenou s nahromadením zásobných látok pre zimné obdobie. Pri porovnaní zmien v obsahu chlorofyllov a dusíkatých látok vyjadrených v relatívnych % vyplýva, že pokles obsahu dusíkatých látok predstiehal pokles obsahu chlorofyllov.

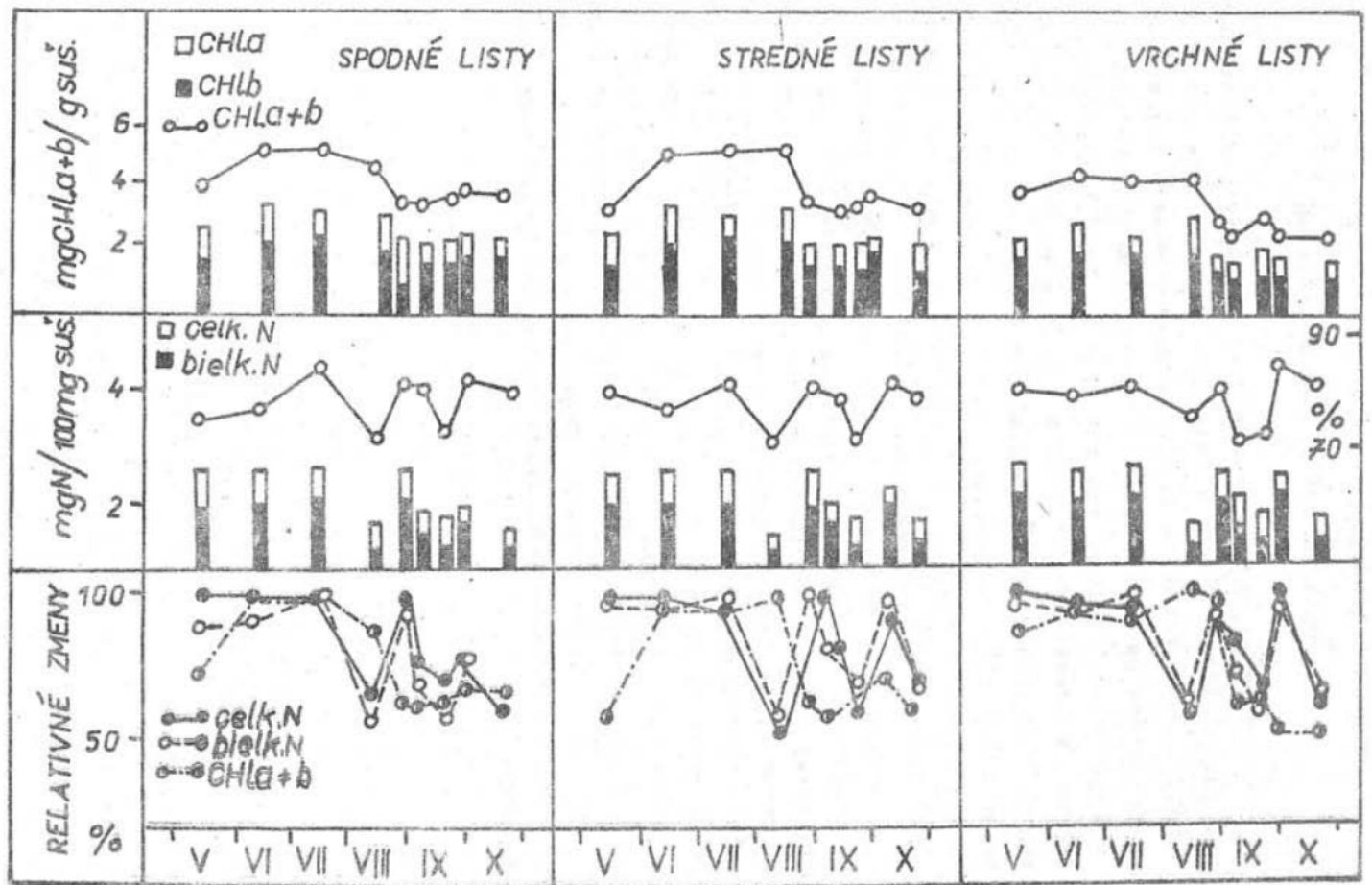
#### Literatúra

1. Šesták, Z., Čatský, J., Studijní informace ÚVTI Základ. pom. vědy v zem. 4-5/1966/. - 2. Haspelová-Horvátovičová, A., Biológia /Bratislava/ 18/1963, 334-347. - 3. Keil, B. et al., Laboratórní technika biochémie, ČSAV /Praha/, 1959.-
4. Stöcker, G., Hacker, E., Flora Bd.165/1976/, 65-94.

Obr. Zmeny v obsahu chlorofyllov a, b a dusíkatých látok v listoch *Prunus armeniaca* L. počas vegetačného obdobia.

Fig. Changes in the contents of chlorophyll a,b, a+b, total nitrogen and protein nitrogen in the leaves of *Prunus armeniaca* L. during the vegetation period.

From the left: lower, middle and upper leaves of the twigs.



Изменения содержания хлорофиллов и азотистых веществ в листьях абрикоса в течение вегетационного периода

Бистрик Полек, Эва Зеленякова

В работе изучались количественные изменения содержания хлорофиллов, общего и белкового азота у растений абрикоса (*Prunus armeniaca L.*) в листьях с различными местами прикрепления на одной ветви в ходе вегетационного периода 1976 г. Мы обнаружили, что ход кривых, выражавших количественные изменения хлорофиллов а и в на всех местах прикрепления, характеризуется двумя пиками. При изучении распределения хлорофиллов в зависимости от места прикрепления листьев содержание хлорофиллов по отношению к единице поверхности листа ( $\text{дм}^2$ ) повышалось в направлении от низших мест к высшим. При пересчете содержания хлорофиллов на сухой вес прослеживалась исходящая тенденция вдоль ветви в направлении снизу вверх. Соотношение хлорофиллов а:в колебалось в пределах 1,36-1,96. Содержание азота в листьях на всех местах прикрепления сохранялось неизменным в течение всего периода от сбора урожая, тогда как доля белкового азота достигла в тот же период максимума. Продолжительное понижение содержания белкового, общего азота, а также хлорофиллов мы отметили в конце августа - начале сентября, когда продолжительность световой фазы суток сократилась до величины ниже 14 часов.

PRÍJEM A TRANSPORT ŽIVÍN

## OTÁZKY MINERÁLNÍ VÝŽIVY

Zdeněk Laštůvka

Již vznik prvních koacervátových útvarů byl poznamenán – a byl jeho nepostradatelnou součástí – výměnou látek jejich vnitřního a vnějšího prostředí. Vytváří se celek organismus a prostředí, rozporný i jednotný ve své dynamické funkci. Součástí tohoto procesu je příjem minerálních iontů z půdního roztoku.

Interakce organismu s prostředím není však jen příjem látek, ale též jejich výdej. Od počátku existence živé hmoty existuje neustálá komunikace mezi cytoplasmem a vnějším prostředím, kontinuálně provádzovaná přírodním výběrem. Tedy recentní stav buňky je kumulací organismem rozřešených otázek vztahů – živá hmota – prostředí. Veškeré procesy, týkající se i minerální výživy rostlin, je nutno chápát historicky.

Minerální výživa je součástí fyziologie rostlin a je tradována jako proces, zabývající se fyziologickou, fyzikálně-chemickou a biochemickou funkcí iontů v organismu, jejich příjemem a distribucí (Epstein 1972).

Velmi intenzivní rozvoj vědeckého poznání v této oblasti za posledních 150 let a mimořádný tlak praxe nahromadily značné množství poznatků, dovolujících dosti přesně definovat a charakterizovat jednotlivé části procesu interakce organismus – minerální ionty.

Minerální výživa v sobě zahrnuje:

a) fyzikálně-chemický stav iontů ve vnějším prostředí, adsorpce na půdní koloidy, uvolňování, disociace, pohyb; koncentrace  $H^+$  iontů atd; difuze či tek roztoku látek vč. iontů ke kořenům; adsorpce na kořenech, průnik do FS;

b) přechod iontů přes semipermeabilní membrány, zvláště plasmalemmu, teorie přenosu; struktura membrán, funkce; kinetické aspekty přenosu;

- c) inkorporace iontů, akumulace v kořenech, vytváření pevné, interakce iontů;
- d) transport z kořenů do místa utilizace; apoplasmatická a symplastická cesta transportu; translokace z orgánů do jiných;
- e) metabolismus iontů, jejich utilizace, reutilisace, funkční okruhy;
- f) vylučování iontů do prostředí;
- g) otázky řízení tohoto procesu; signály pro nástup příjmu a transportu iontů; genetické kódování minerální výživy; vztahy a vazby na ostatní fyziologické procesy, zvláště vodní, režim, hormonální systém, fotosyntézu a dýchání.

V posledních desetiletích byly publikovány tisíce prací s touto problematikou; jen od r. 1966 dodnes bylo uveřejněno ve vybraných našich časopisech více než 450 prací, z toho asi 100 teoretických, zbytek řeší praktické otázky aplikace minerálních živin. Ujasnění teoretických otázek dovolilo dokonalejší knižní zpracování znalostí o minerální výživě. Mimo monografické zpracování v "Encyclopedia of plant physiology" (sv. IV., 1958) byla vydána kniha E. Epsteinem: "Mineral nutrition of plants: principles and perspectives" (1972). Na ně je možno odkázat pro nedostatek místa a času v této práci. To mi zároveň dovoluje věnovat pozornost některým vybraným otázkám minerální výživy.

Prakticky všechny fyziologické procesy probíhají kontinuálně, dynamicky se mění v závislosti na vlastnostech a činnosti organismu a na vnějším prostředí. Značné výkyvy prostředí od tzv. optimálních podmínek mohou být organismem akceptovány, vždy však přinášejí do metabolismu určité potíže. Např. výkyvy v kvantu prvků v prostředí - vysoké a velmi nízké koncentrace mají značný vliv na jejich příjem rostlinou a další metabolismus. Současná situace v aplikaci minerálních živin je právě tomu odpovídající. Zatím jsme nuceni dodávat živiny nárazově, nefyziologicky, dokonce s vědomím, že určitá část živin je navždy ztracena odplavením. I když bylo a je minerální výživě věnováno tolik pozornosti, je mnoho empirie v našem chápání a zacházení s minerálními živinami v půdě.

Které jsou hlavní otázky v této oblasti? Při nízkých koncentracích prvků poznat mechanismy transportních cest, limitujících celý pochod; poznat dominantní mechanismy transportu v závislosti na koncentraci iontů a na množství půdní vody. Při vysokých koncentracích zajistit dodávku prvků v odpovídajících poměrech; poznat nejefektivnější způsoby aplikace živin. Olsen a Kemper (1968) publikovali práci, v níž kriticky upozorňují na značné teoretické neznalosti mnoha procesů, probíhajících mimo rostlinu a včetně rostliny v půdním roztoku. Situace je neasmírně komplikována tím, že chování iontů v rozličných půdních typech v přítomnosti různých rostlin je vždy sui generis. Rozhodujícím a základním problémem je optimální zásobení rostlin minerálními ionty tak, aby ne-limitovaly ostatní fyziologické procesy. Z tohoto hlediska není podstatné rovnoramenné rozptýlení příslušných iontů v daném půdním horizontu, ale plynulý optimální - t. j. kvalitativně i kvantitativně - přísun do oblasti semipermeabilních membrán. To není zaručeno mnohdy ani při neúměrném zvyšování koncentrace iontů, může dojít k lokální deficienci. Migrace iontů v půdním roztoku k rostlině lze rozdělit na:

1. uvolňování iontů z pevné fáze půdy do půdního roztoku
2. transport iontů z různých míst půdního roztoku do okolí kořene
3. transport do kořene

(4. transport iontů z kořenů do nadzemní části rostlinky)  
(Fried a Shapiro 1961).

Teoreticky je možné, že v systému půda  $\leftrightarrow$  rostlina by mohlo dojít k rovnováze u každého prvku měněné pouze dodávkou živin a odběrem rostlinou. Rovnovážného stavu se však v praxi nikdy nedosahuje.

Jeden nebo několik procesů v migraci iontů může mít nižší parametry než ostatní a limitovat intenzitu příslunu konečného kvanta iontů do nadzemní části rostlinky. Má m na mysli: pohyb iontů do blízkosti kořene, přechod přes povrchovou barieru kořene, adsorpce a pohyb ve volných prostorách kořene, míra

obratu komplexu nosič-iont nebo koncentrace nosiče, inkorporace s jinými ionty, pool, transport iontu z kořene do nadzemní části. V poslední době je v těchto souvislostech věnována zvláštní pozornost fosforu. Je zřejmé, že fosforu - organicky i anorganicky vázaného - je v půdě relativně velmi málo (viz Epstein 1972). V některých případech analýzy fyziologicky přístupného fosforu byly negativní, rostlina však nevykazovala symptomy deficience. Fried et al. (1957) a Olsen a Watanabe (1966) však zjistili, že v kyselé i alkalické půdě míra tvorby půdního roztoku fosforu byla větší nejméně o faktor 250 než míra absorpce fosforu rostlinami, nebyla tedy limitující. Kořenový systém prostupuje relativně velký objem půdy, objem půdy v přímém kontaktu s absorbuječím kořenem je však velmi malý, např. u obilovin asi 3 % celkového objemu půdy (Wiersum 1961). Lewis a Quirk (1967) dokazují, že rostliny mají dostatečný absorpční povrch kořene pro příjem fosforu za normálního zásobení půdy fosforem a při difusi jako dominantním mechanismu transportu. Udávají, že rostlina pšenice má mít délku kořenů 2 až 6 m, což zaručuje dostatečný příjem fosforu; v praxi se naměřila délka 30 až 90 m. Domnívám se, že toto tvrzení je správné. Je však nezbytné, dávat tyto údaje do vztahu k možné tvorbě biomasy. Aplikace fosforečných hnojiv však tyto úvahy značně mění. I při menší absorpční ploše kořene může rostlina při vyšší koncentraci fosforu v půdním roztoku získat dostatečné kvantum a to i tehdy, jestliže se anionty pohybují ke kořeni difusí.

Za určitých podmínek neexistuje v půdním roz toku pouze difuze iontů pohybujících se směrem ke kořenům rychlostí cca  $10^5 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$  (Washburn 1929), spíše však daleko méně - méně než 1 cm za 1 den (Broeshart a Fried 1967). Příjem vody rostlinou, také však místní změny ve vodní kapacitě, odpar a jiné, způsobují určitý pohyb vody a v ní dissociovaných prvků. Tok roz toku a konvekce s tím spojená mírou transportovaných iontů a rychlostí daleko převyšší difusi (Bray 1954, Porter et al. 1960, Kemper 1960, Barber 1962 aj.). Jednoduše řečeno: za určitou časovou jednotku se při stejných koncentracích pří-

stříká kořenům nevyběrově více iontů, než při difuzi. To má zajímavé následky ve fyziologii rostliny: zvýšení obsahu fosforu v tkáních, čímž se mění poměr N:P:K, blokáda transportu Fe z kořenů do nadzemní části, snížená syntéza chlorofylu, chloróze, přebytek anorganické formy P v rostlině. Tento proces při trvajícím vyšším příslušku fosforu do rostliny se prohlašuje a může se nyní vyskytnout v praxi kdykoliv a kdekoliv. Při zvýšení koncentrace dusíku a drasliku v půdním roztoku se výrazný vliv relativního nadbytku fosforu nezastaví. Nevíme dosud, jak probíhají jednotlivé etapy tohoto procesu. Zajímavé však je, proč rostliny jsou schopny zvýšit značně příjem fosforu a nikoliv úměrně dalších prvků; proč v rostlinách neexistuje žádný proces, který by nepříznivý účinek luxusní akumulace resp. samu luxusní akumulaci fosforu blokoval. Domnívám se, že odpověď na prvnou otázku dává přizpůsobení rostlin, speciálně ve výstavbě míst přenosu v semipermeabilních membránách k nízké koncentraci fosforu v prostředí během fylogeneze. Prakticky nikdy nedocházelo k nasycení nosičů pro fosfor, naopak, bylo však třeba vybudovat maximum míst, aby každý fosforečný aniont byl absorbován, v kterémkoliv místě plasmalemny. Za těchto okolností se nikdy nemohl vytvořit systém, blokující příjem fosforu. Zvýšená aplikace fosforečných hnojiv však tyto vazby podstatně narušuje.

Jednou z velmi vážných otázek minerální výživy a nejen jí, je poznání struktury a funkce biomembrán. Nejnovější poznatky jsou přehledně uvedeny v Epsteinovi (1972). Poznání struktury a funkce plasmalemny resp. biomembrán v posledním období postupilo vpřed především pracemi Danielliho a Davsona (1935), Bensona (1968) a Kanayau (1966) a dalších.

Představa biomembrány predělala značný vývoj a je nutno říci, že přes mnohé poznatky jsou struktury a funkce ze značné části hypotézami. Jsou studovány fyzikálně-chemické vlastnosti membrán, organisace, složení a funkce lipoidních a bílkovinných částí membrán, interakce obou při různých podmínkách, změny v závislosti na vnějších podmínkách, mezi nimi též na přítomnosti  $\text{Ca}^{2+}$  iontů, či jiných; jsou zkoumány změny při příjmu  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , přítomnost volných radikálů, přechody protonů, elektronů

a mnohé jiné (26), Gomperts (1977). Struktura biomembrán je úzce spjata s jejich hlavní funkcí - transportem látek. (Biochemistry of membran transport, 1977, 11th FEBS Meeting Copenhagen, 1977). Mnohé práce, týkající se transportu iontů, především aktivního transportu (Epstein 1972) jsou založeny na existenci hypotetického nosiče. Příjem probíhá ve dvou fázích - první fáze je čistě pasivním difusním procesem, druhá je vlastním aktivním příjemem, dosahuje ustáleného stavu a je ovlivnitelná nízkou teplotou, inhibitory apod. Podobná dvoufázovost byla pozorována při výdeji iontů (Krichbaum et al. 1967). Energií nutnou pro transport iontů dodává ATP. Není jasné, jakým způsobem a kde je energie předávána: jedna z více hypotéz předpokládá vazbu nosiče za účasti fosfokinázy a za spotřeby energie s fosforem, tím je nosič aktivován k vazbě iontů, iont přenese do nitra, kde opět působí fosfatáza, která fosfor z komplexu odštěpí. Tím nosič ztrácí aktivitu k iontu a iont je uvolněn (Weigl 1963). Weigl (1967) na základě experimentů i matematického zpracování kinetiky příjmu iontů upozorňuje, že <sup>ke</sup>kinetické charakteristice transportních systémů nejsou Michaelis-Menten enzymatické konstanty dostatečné. Mimo to existují i jiné závažné námitky proti stávající interpretaci příjmu iontů nosiči při použití rovnic Michaelis-Mentenové (Ulrich a Oberländer 1964 aj.). Kinetika transportu iontů je značně složitá a odkazují na příslušnou literaturu.

Pro příjem fosforu i některých dalších prvků se předpokládá existence dvou systémů příjmu. Jeden funguje v oblasti nízké vnější koncentrace fosforu ( $< 1\text{mM}$ ), druhý v oblasti vyšší koncentrace ( $> 1\text{mM}$ ) (Edwards 1970). White (1973) předpokládá, že příjem  $\text{P}$  intaktní rostlinou úzce souvisí s rostlinným růstem a metabolismem, přičemž míra absorpce  $\text{P}$  buňkami kořene je řízena mírou obratu "poolu" anorganického  $\text{P}$  v cytoplazmě a mírou transportu anorg.  $\text{P}$  do nadzemní části rostliny. Při stanovení měr příjmu  $\text{P}$  je důležité rozdělení absorbovaného  $\text{P}$  mezi anorganické a organické "pooly" v rostlině. Takové schéma platí zřejmě pro všechny ionty.

Inkorporace přijatých iontů, radiální transport symplas-

čí tem ~~poplasmaticky~~, transport cévními svažky a vlastní funkční zapojení prvků - utilizace, jsou předmětem stálého studia (viz např. Ion transport in plants, Anderson (ed.) 1973). Řada prací i našich autorů přispívá k rozvíjení této oblasti. Je to vcelku pechopitelné, protože zde se ponejvíce rozhoduje o kvantitě a kvalitě vyprodukované biomasy, efektivnosti přijatých živin atd. Veškeré transportní cesty v rostlině, interakce iontů mezi sebou, antagonismy a synergismy, funkce ochranných koloidů, chelatisační látek apod. velmi komplikují cestu iontů na místo určení. Vytváří se řada zatím nedefinovatelných odporů, snižujících difusi i tok roztoku. Mohou tak vznikat lokální symptomy deficience, zvláště u iontů těžce pohyblivých (spec.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ). Narušení metabolismu za těchto podmínek se může projevit i v příjmu a akumulaci jiných prvků např. dusíku.

Různé zdroje dusíku, přítomnost jiných iontů a vliv dalších podmínek prostředí, vazba na aktivitu některých enzymů, např. nitrátreduktázy atd., i to je předmětem studia našich pracovníků. Zvláštní pozornost je věnována fosforu, jeho inkorporaci, transportu, utilizaci, vztahu k fotosyntéze, kinetice příjmu, chloróze apod. Význam drasliku a sodíku je zkoumán ve vztahu k pohyblivosti, transportu, reutilizaci, deficienci, cukernému metabolismu a vodnímu režimu. Objevují se analýzy významu síry, železa, bóru a dalších mikroprvků. Nelze se zabývat jednotlivě všemi pracemi u nás v posledních letech publikovanými (viz Laštůvka 1976). Domnívám se, že se vesměs jedná o práce na úrovni nynějších bádání v oblasti minerální výživy. Projevuje se však určitý nedostatek v řešení teoretických otázek; to je spojeno i s potřebou vybudování takového pracoviště a jeho dobrého vybavení.

Samozřejmě je řada dalších zajímavých problémů minerální výživy; neměl jsem v úmyslu a ani jsem nemohl je všechny zde uvést. Doufám, že mně to bude prominuto.

#### Literatura

1. Barber, S. A., Soil Sci. 93 (1962), 39-49. - 2. Benson, A. A.. The cell membrane: a lipoprotein monolayer. In: Membrane models

- and the formation of biological membranes. L. Belis and B. A. Pethica, eds. North-Holland Publishing Company, Amsterdam (1968), 190-202. - 3. Bergmann, W., Neubert, P., Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB G. Fischer Verlag (Jena), 1976. - 4. Semenza, G., Carafoli, E., Biochemistry of membrane transport. FEBS - Symposium No 42 (1977). - 5. Bray, R. H. A., Soil Sci. 78 (1954), 9-22. - 6. Danielli, J. F., Davson, H., J. Cell and Compar. Physiol. 5 (1935), 495-508. - 7. Edwards, D. G., Austr. J. biol. Sci. 23 (1970), 255-264. - 8. Ruhland, W., Encyklopedia of plant physiology, IV. Mineral nutrition of plants. Berlin, Göttingen, Heidelberg, (Springer-Verlag), 1958. - 9. Epstein, E., Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. J. Wiley and Sons, Inc. New York, London, Sydney, Toronto, 1972. - 10. 11th FEBS Meeting Copenhagen, August 1977. - 11. Fried, M., Hagen, C. E., Salz del Rio. J. F., Leggett, J. E., Soil Sci. 84 (1957), 427-437. - 12. Fried, M., Shapiro, E. E., Ann. Rev. Plant Physiol. 12 (1961), 91-112. - 13. Gomperts, B. P., The plasma membrane models for structure and function. (London, New York, San Francisco), 1977. - 14. Anderson, W. P., Ion transport in plants., Proceedings of an International Meeting, Liverpool, July 1972, (London, New York), 1973. - 15. Kanavau, J. L., Feder. Proc. 25 (1966), 1096. - 16. Kemper, W. D., Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24 (1960), 10-16. - 17. Krichbaum, R., Lüttge, U., Weigl, J., Ber. dtsch. bot. Ges. 80 (1967), 167-176. - 18. Laštůvka, Z., Zhodnocení základního výzkumu v oblasti minerální výživy v r. 1970 až 1975 v ČSSR (stát. výzk. úkol VI-2), (Brno), 1976. - 19. Lewis, D. G., Quirk, J. P., Plant Soil 26 (1967a), 99-118. - 20. Lewis, D. G., Quirk, J. P., Plant Soil 26 (1967b), 119-128. - 21. Lewis, D. G., Quirk, J. P., Plant Soil 26 (1967c), 445-453. - 22. Lewis, D. G., Quirk, J. P., Plant Soil 26 (1967d), 454-468. - 23. Olsen, S. R., Kemper, W. D., Movement of nutrients to plant roots. In: Advanc. Agron. 20 (1968), 91-151. - 24. Olsen, S. R., Watanabe, F. C., Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30 (1966), 598-602. - 25. Porter, L. K., Kemper, W. D., Jackson, R. D., Soil Sci.

- .Soc. Amer. Proc. 24 (1960), 460-463. - 26. Nicolau, C., Paraf, A., Structural and kinetic approach to plasma membrane functions. Proceedings of a Meeting Held on September 6-9, (Grignon, France), 1976, (ed. Nicolau, C., Paraf, A.,), 1977. - 27. Ulrich, B., Oberländer, H. E., Plant and Soil 21 (1964), 26-36. - 28. Washburn, E. W., International critical tables of numerical data, physics, chemistry and technology. Vol. V. Mc. Graw-Hill Book Company, Inc., (New York), 1929. - 29. Weigl, J., Planta 60 (1963), 307-321. - 30. Weigl, J., Planta 75 (1967), 327-342. - 31. White, E. E., Plant and Soil 38 (1973), 509-523. - 32. Wiersum, L. K., Plant Soil 15 (1961), 189-192. - 33. Zlatník, A. a kol., Základy ekologie. (Praha), 1973.

## К НЕКОТОРЫМ ВОПРОСАМ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Зденек Лаштукка

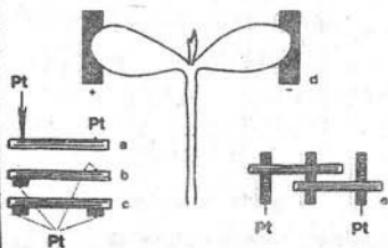
В работе уделяется внимание некоторым избранным вопросам минерального питания растений, состояния знаний, теории минерального питания в настоящее время и вкладу чехословацких физиологов в эту область.

## IONTOFORETICKÉ STUDIE POHYBLIVOSTI IONTU V ROSTLINĚ

Miroslav Dvořák, Jana Černohorská

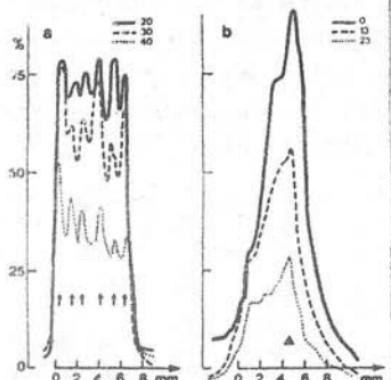
Forma existence iontů a jeho kompartmentace v systému rostlinných pletiv a orgánů se projeví podle míry jejich pohyblivosti v elektrostatickém poli. Metodika byla původně použita pro vnášení kovů do rostliny /1,2/ a sledování jejich redistribuce. My vnášíme ionty jako radionuklidu ( $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{32}\text{P}$  a  $^{86}\text{Rb}$  zástupně za  $\text{K}^+$ ) buď během iontoforezy z elektrody, nebo sytíme rostliny jinou cestou sorpcí, difusí) a sledujeme přímo jejich pohyblivost v elektrickém poli (obr. 1). Stabilizované napětí obvykle nesmí překročit 25V/5cm vzdálenosti Pt-elektród.

Obr. 1. Uspořádání el. pole: Pt-elektrody většinou podloženy pod agarovým můstkem (šrafované), vpichnutý do kapiláry s gellem (a) či přiložený přímo na rostlinu (a,b). The arrangement of electrical field: Pt electrodes are layered under the agar bridge (stripped), inserted into the capillary with gel. (a), or attached on the plant.



Pohyblivé jsou ionty především ve volném prostoru (ve stěnách buněk, ev. v systému cév), a tak možno tyto ionty odlišit od vázaných, případně zjišťovat závislost vazby na metabolických podmínkách. V tkáni se však pohybují všechny volné ionty, tím dochází i k některým lokálním defektům (nápadně na anodě: zavodňování pletiv, vylučování barviv). Vylučování  $\text{Cl}^-$  je pravděpodobné, ale zatím se nepodařilo prokázat. Nedostatkem metody je, že nedovedeme kvantitativně zhodnotit celý proces (otázka účinného průřezu vstupu radionuklidů do tkáně). Kombinace autoradiografie s densitometrií však umožní určit jak cesty pohybu iontů, tak i místa jejich immobilizace.

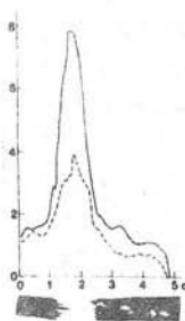
Materiálem byly mladé rostliny tykve (C. pepo L., cv. Kveta) resp. její části, listy Pteris cretica a j. Vhodným objektem jsou hypokotyly tykve vzhledem k rovnoběžnému průchodu nerozvětvených 6ti základních cévních svazků. Segmenty hypokotylů se dobře šíří jak  $\text{Ca}^{2+}$ , tak  $\text{Rb}^+$  (ke katodě), ale ne  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , ten je téměř nepohyblivý. Byl-li vnesen  $^{32}\text{P}$  do tkáně kapilárou, distribuce v el. poli měla difusní charakter, na cévní svazky se navázala.



◀ Obr. 2. Ionoforetická distribuce Ca (a, vnesen difusně basí) a P (b, vpraven kapilárou) v příčných řezech hypokotylem tykve: u Ca měřena vzdálenost (mm) od base, u P od vpichu (▲); ↑ značí polohu cévních svazků. Ionophoretic distribution of Ca (a - Ca got in by diffusion through the base) and of P (b - P was injected by capillary) across the Cucurbita hypocotyl in different distances (mm) : For Ca measured from the base, for P from the injection (▲); ↑ means the site of bundles.

Dokonalý je však nejen podélní, ale i radiální pohyb např. Ca, sorbovaný rostlinou během kultivace se snadno

uvolní do katodického gelu, především v místě kontaktu (světlé místo na obr. 3.), ale v cévách je zadržen.



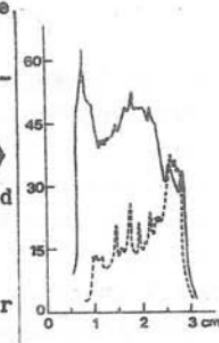
◀ Obr. 3. Podélná distribuce Ca v hypokotyly s  $^{45}\text{Ca}$ : v el. poli (dle 1e, 25V/5 cm, 2h) vyloučila Ca z parenchymu (—) i z cévních svazků (----). The longitudinal distribution of Ca in the hypocotyl with  $^{45}\text{Ca}$ : in the electrical field Ca leaked from parenchyma (—) and from bundles (----).

Systém rozvětvené žilnatiny v dělohách tykve nebyl rozhodujícím pro vedení iontů, i když i zde se vhodně orientované cévy mohly uplatnit (viz obr. 4). Vždy se však vyznačujejí schopnosti Ca především vázat.

Obr. 4. Distribuce  $^{45}\text{Ca}$  napříč dělohou tykve v místě kontaktu anody (—) a pod ním, směrem ke katodě (----). Distribution of  $^{45}\text{Ca}$  across the Cucurbita cotyledon in the site of anodic contact (—) and under it, in the direction to cathode (----).

U Pteris (s nízkým obsahem vody v listech) je však zpeřená žilnatina listových úkrojků základním systémem vedení Ca. Relativní pohyblivost byla obecně:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Rb}^+ \gg \text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Kromě iontoforetického pohybu se uplatňuje i difuze iontů (únik vně elektrostatického pole) a akropetální transport (únik asymetrické povahy). Např. přechodová zona děloha = hypokotyl neobsahuje merfologickou barieru pro pohyb iontů, ale při pohybu Ca i Rb se prosazuje akropetální orientace transportu: nejvýrazněji při aplikaci na intactní rostlinu v labor. prostředí (syticí anoda na hypokotylu či děloze, katoda v živném mediu), vlivem transpiračního proudu (místo ke kořeni se Ca pohyboval převážně do děloh). Efekt však není plně potlačen ani u segmentu hypokotyl + děloha ve vlhké komůrce. Může to být následek proudění vody při vyrovnávání osmotického gradientu rostliny.

- Literatura:
1. Prát, S., Glazunov, A., Protoplasma 27 (1936), 73-85.
  2. Prát, S., Spisy přírodovědecké fakulty K.U. (Praha) No 159 (1938): 3-28.



ИОНТОФОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ИОНОВ  
В РАСТЕНИИ.

Мирослав Дворжак, Яана Черногорская

Форма существования иона и его распределение в тканях и органах растения проявляется по мере подвижности его в электрическом поле. Ионы мы вносим в форме радионуклидов ( $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{86}\text{Rb}$ ), —или в течении ионтофореза из приложенного электрода, ибо погруженного в ткань капилляра или другим образом (сорption, дифузия). Исследуется путь движения иона в электрическом поле. Ионы подвижны преимущественно в свободном пространстве (клеточная стена, сосуды). При помощи авторадиографии в связи с дензитометрическим методом возможно установить, если ионы связанными улу свободными а также изучать зависимость их связи от метаболических условий.

Молодые растения тыквы (Cucurbita pepo L. cv. Kveta), листья Pteris cretica и другие служили экспериментальным материалом. Са и хорошо двигаются отрезками гипокотиляй тыквы где находятся параллельные сосуды. Встречается также радиальное движение: например Са поглощенный растением во время выращивания легко освобождается в гель катода, но сосудах он задерживается. В семядолях тыквы взаимоположение сосудов не является основным для движения  $^{45}\text{Ca}$  (но выражительно связывают их). Ветвистые пучки листьев Pteris выразительно направляют движение Са. Относительная подвижность ионов в общем является:  $\text{Ca} > \text{Kb} \gg \text{P}$ .

Помимо ионтофоретического движения ионов проходит диффузия (разброс вне электрического поля) и акропетальный транспорт (разброс не симметрического характера). Акропетальный транспорт выражителен преимущественно у не поврежденного растения в условиях транспирации, но полностью он не подавлен также у отрезков растения, помещенного во влажную камеру.

VPLYV MINERÁLNEJ VÝŽIVY NA ZMENY REDOX POTENCIÁLU  
LISTOV PŠENICE

Anna Kubová

Štúdiu bioelektrických potenciálov sa v súčasnosti venuje značná pozornosť z hľadiska riešenia teoretických otázok minerálnej výživy /6, 7, 8, 9, 10/.

Podľa súčasných predstáv pohyb iónov cez membrány buňiek je do značnej miery určovaný transmembránovým gradientom elektrického potenciálu. Z druhej strany je snaha o praktické využitie zmien biopotenciálov pre identifikáciu napadenia rastliny parazitmi vo fytopatológii /4, 5/, pri optimalizácii výživy /1/, pre stanovenie vplyvu fyzikálnych a iných faktorov /2, 4/.

V našej práci sme sa zamerali na sledovanie zmien redox potenciálu /RP/ listov ozimnej pšenice v závislosti na hladine minerálnej výživy.

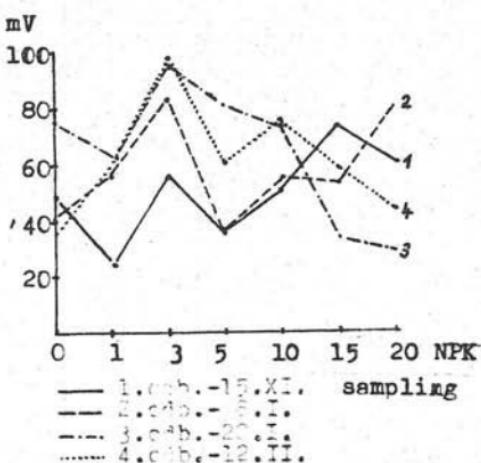
Materiál a metóda

Rastliny ozimnej pšenice odrody Iljičovka sme pestovali vo vegetačných nádobách naplnených zemou v prírodných podmienkach. Varianty výživy: nehnojený, 1, 3, 5, 10, 15, 20 násobená dávka NPK, vypočítaná zo základnej dávky 1,5g N, 1,17g P a 1,74g K vo forme priemyselných hnojív na 35 kg pôdy. Odbery vzoriek pre meranie RP sme urobili 8 krát počas vegetácie tak, aby bola zachytená hodnota RP každého listu. Uvádzané hodnoty sú priemerom 10 opakovania plne vyvinutých listov. RP sme merali pomocou pH metra - PHK - 1, s použitím referenčnej platinovej a štandardnej kalomelovej elektródy podľa metódy Benadu /1/.

Výsledky a diskusia

Hodnoty redox potenciálu sú veľmi premenlivou veličinou. Citlivo reagujú tak na vplyv podmienok prostredia ako aj na individuálny stav jednotlivých orgánov a organizmu ako celku. RP toho istého listu sa mení počas jeho individuálneho vývoja /obr. 1/. Spočiatku má nižšie hodnoty, zrejme vo fyziologicky zrejom stave hodnota RP do-

sahuje maximum a neskôr znova klesá. Takáto závislosť bola pozorovaná /6/ pre jednotlivé bunky parenchymu stonky tabaku. Zmeny hodnôt RP pri rôznej hladine živín nemajú jednoznačne stúpajúcu alebo klesajúcu tendenciu a pre ich pulzáciu ľahko nájst' uspokojivé vysvetlenie.



Obr. 1

Vývojové zmeny RP 1. listu

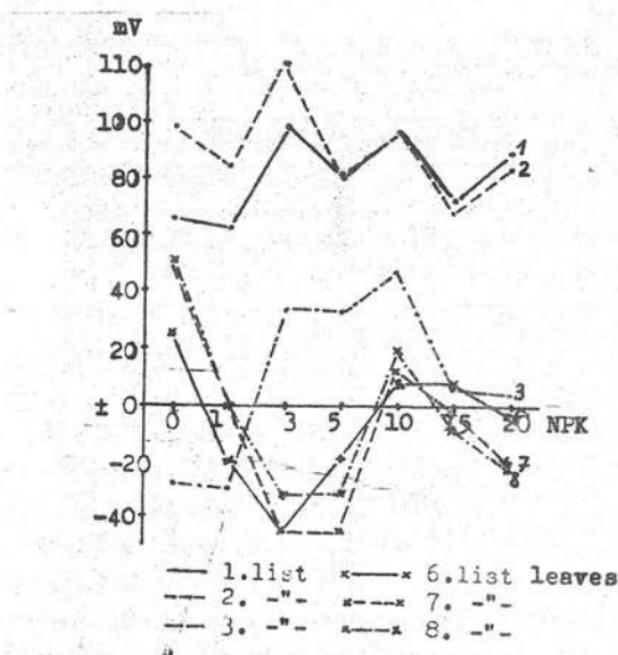
Developmental changes RP of 1<sup>st</sup> leaf

Listy rastlín pestovaných v klimatizovaných podmienkach majú podobné hodnoty /12/, takže ich nemôžeme pripisovať len na vrub zmien teploty či osvetlenia.

Vzájomné porovnávanie RP jednotlivých listov vegetatívnej a reproduktívnej fázy vývoja /obr. 2/ poukazuje na to, že prvé 3 listy vo vhodnejších podmienkach výživy majú vysoký RP, ktorý dosahuje 100 mV a naopak 6., 7., 8. list majú pri tých istých variantoch výživy počas svojej intenzívnej funkčnej činnosti /polovica apríla - začiatok júna/ nízky záporný RP. Podobné výsledky sme dosiahli aj v iných pokusoch takéhoto zamerania.

Membránový potenciál vzniká v dôsledku oxidačno-reduk-

čných reakcií pri fotosyntéze a dýchaní. Jeho generovanie na membránach stimuluje tok iónov.



Obr. 2 Hodnoty RP jednotlivých listov

RP values of individual leaves

Zvyšovanie RP sa pripisuje v najväčšej miere iónom  $H^+$ ,  $K^+$  ale aj auxínom a iným látkam /3, 10/. RP je teda vysoký /kladný alebo záporný/ na miestach intenzívnej metabolickej aktivity. Dostatočne vysoká vyvážená hladina minerálnej výživy podľa našich zistení tiež vplýva na hodnoty RP.

Z hľadiska praktického využitia týchto poznatkov Benada /1/ uvádzá, že nízke hodnoty RP listov a ich čo najdlhšie udržanie vedú k zvýšeniu produktivity rastlín. Pri posudzovaní výsledkov z tohto hľadiska sa nám javí ako najvhodnejší 3 - 5 násobný variant NPK. Pre posúdenie produktívnosti rastlín uvádzame hmotnosť nahromadenej sušiny v čase plnej zrelosti /tab. 1/. Ako vidieť, najvyššia biologická ako aj hospodárska úroda prípadá práve na 3 NPK variant

výživy, čo koreluje s nízkym RP listov podielajúcich sa na tvorbe úrody.

Tab. 1. Biologická a hospodárska úroda /g/veg. nádoba/  
Biological and grain Yield

Úroda	Variant výživa /NPK/						
	0	1	3	5	10	15	20
Biologická	118,95	214,7	257,5	215,85	216,78	208,60	181,9
Hospodárska	38,45	43,85	63,20	47,95	61,73	60,35	46,38

#### Literatúra

1. Benada, J., Flora abt., A 159 /1968/, 104-127. - 2. Benada, J., Studium podstaty odolnosti obilních proti obligátním parazitům. Záv. správa, Kroměříž, 1971. - 3. Etherton, B., Plant Physiol. 45 /1970/, 527-530. - 4. Gunár, I. I., Paničkin, L. A., Maslov, A. P., Izvestija TSCHA 5 /1971/, 3-7. - 5. Gunár, I. I., Maslov, A. P., Maslov, A. A., Paničkin, Z. A., Izvestija TSCHA, 6 /1971/, 212-214. - 6. Litvinov, A. I., Vorobjev, L. N., Vachmistrov, D. B., Fiziologija rastenij 22, 3, /1975/, 576-582. - 7. Ljalin, O. O., Voprosy experimentalnoj biofiziki i kibernetiki rastenij. Gidrometeoizdat, /Moskva/, 1969. - 8. Nobel, P., Fiziologija rastitelnej kletki. Mir /Moskva/, 1973. - 9. Novak, V. A., Ivankina, N. G., Fiz. rast., 22, 1 /1975/, 49-54. - 10. Polevoj, V. V., Salamanova, T. S., Fiz. rast. 22, 3 /1975/, 519-526. - 11. Spanswick, R. M., Planta 102 /1972/, 215-227. - 12. Švihra, J., Zima, M., Hojčuš, R., Kubová, A., Záverečná správa, Nitra, 1975.

Влияние минерального питания на изменения окислительно-  
восстановительного потенциала листьев пшеницы

Анна Кубова

При изучении изменений окислительно-восстановительного потенциала /RP/ листьев озимой пшеницы сорта Ильиновка в зависимости от уровня минерального питания в процессе онтогенеза были обнаружены его выражительные изменения, как в процессе развития одного и того же листа, отдельных физиологически взрослых листьев по этапам расположения, так и в зависимости от уровня минерального питания. Предполагаем, что физиологически спелый лист имеет максимум RP. При физиологически подходящем уровне минерального питания первые три листья имеют высокий RP /80-100 мV/, а верхние листья имеют, наоборот, низкие значения RP /-30, -45 мV/.

Высокий уровень RP нижних листьев и низкий верхних листьев находится в корреляции с максимумом накопления сухого вещества биомассы и урожая зерна.

O PŘÍČINÁCH ODLISNÉ REAKCE NĚKTERÝCH DRUHŮ ROSTLIN  
NA DEFICIENCI DRASLÍKU

Jaroslav Minář

V řadě prací se uvádí, že rostliny deficientní draslíkem mají podstatně snížený růst a vykazují velmi charakteristické a téměř u všech rostlin analogické vizuální symptomy. Inhibice růstu je přitom vysvětlována jako důsledek hlbokých paruch řady metabolických procesů. Jedná se především o procesy, které souvisejí jak se vznikem, tak i s dalšími přeměnami organické hmoty.

Obecně je možno říci, že draslík působí příznivě na aktivitu enzymů zúčastněných na syntéze makromolekulárních organických sloučenin, především cukrů a bílkovin. Naopak při jeho deficienci se zvyšuje aktivita enzymů, které tyto sloučeniny hydrolicky štěpí. To vede k nadměrnému hromadění monosacharidů a volných aminokyselin. Zároveň se zvyšuje aktivita enzymů umožňujících syntézu nefyziologických množství některých metabolitů, jako např. agmatinu, putrescinu, kadaverinu atd. (2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18). Z toho je možno usuzovat, že draslík je jedním z faktorů podmíjujících činnost enzymů, které udržují v rostlinách odpovídající proporce mezi syntézou a rozkladem organických sloučenin. S tím zajisté souvisí i jeho významná regulační úloha při vzniku makroergických sloučenin fosforu, a to jak při fotofosforylaci, tak i při fosforylaci oxidační (1, 6, 7, 16, 17). Mimo to bylo zjištěno, že draslík ovlivňuje činnost celé řady dalších enzymů (5). Ovšem mechanismus jeho bezprostředního působení v enzymových reakcích však není dosud zcela objasněn. Nejčastěji je vyslovován názor, že ionty draslíku ovlivňují náboj a hydrataci bílkovinné části enzymu a tím aktivují jeho reakční centra.

Velmi důležitá funkce draslíku je spatřována i v jeho vlivu na vodní hospodářství rostlin. K-deficientní rostliny mají menší schopnost udržovat vodu a v důsledku poruch ote-

vírání a uzavírání průduchů i řízení větrání, ovšem nekoncemický, transpirují (19).

V metabolismu K-deficientních rostlin byla pozorována a popsána celá řada dalších poruch. Z dosud známých údajů je zřejmé, že působení draslíku je velmi mnohostranné, přitom však v mnoha směrech specifické. Učinit konkrétnější a jednoznačnější závěry o jeho funkcích v intaktních rostlinách je však velmi nesnadné. Je totiž obecně známo, že jednotlivé dílčí procesy probíhající v organismu na sebe vzájemně navazují a potom jakékoli ovlivnění reakce jedné má nutně za následek druhotné ovlivnění reakcí dalších. Z těhoto důvodu také nelze dát dosud odpověď na otázku, který z metabolických procesů je deficiencí draslíku postihován primárně.

Z našich výsledků pak vyplývá, že ani jednotlivé rostlinné druhy na deficienci draslíku, při jeho úplné nahradě v živém prostředí sodíkem, nereagovaly stejně.

Rostliny, které neobsahují diaminoxidázu (slunečnice, fazol, kukuřice), byly deficiencí draslíku postiženy růstově mnohem více, než K-deficientní rostliny, které diaminoxidázu obsahují (lupina, soja, bob, čočka, hrášek). Na listech K-deficientních rostlin slunečnice, fazolu a kukuřice se začaly na rozdíl od ostatních sledovaných rostlin, vytvářet velmi záhy typické nekrózy.

Určitou shodu v reakci námi sledovaných K-deficientních rostlin vybavených a nevybavených tímto enzymovým systémem jsme zjistili i v sorpci, distribuci a utilizaci dusíku a fosforu. Akumulace, distribuce a utilizace vápníku pak byla více závislá na druhových vlastnostech jednotlivých rostlin a na antagonistických resp. synergických vztazích tohoto prvků k draslíku a sodíku.

K-deficientní rostliny neobsahující diaminoxidázu hromadily v průběhu kultivace více aminů než rostliny, které diaminoxidázu obsahují.

Ze sledovaných rostlin vykazoval nejvyšší diaminoxidázovou aktivitu hrášek, přičemž aktivita tohoto enzymu byla v nadzemních částech K-deficientních rostlin poněkud vyšší a v kořenech nižší, než v rostlinách kontrolních.

Z dosavadních pozorování se zdá být velmi pravděpodobné, že v K-deficientních rostlinách je intenzita metabolických procesů závislá na množství drasliku, které tyto rostliny získávají ze semen, resp. obilek a případně také na schopnosti jiných jednomocných kationtů nahradit draslik v některých jeho fyziologických funkcích. V K-deficientních rostlinách neobsahujících diaminoxidázu resp. další enzymové systémy odbourávající aminy, dochází k jejich nadměrnému hromadění a toxickému působení na rozdíl od rostlin, které tyto enzymy obsahují.

#### Literatura

1. Burnham, B. F., Lascelles, J., Biochem. J. 87 (1963), 462-472. - 2. Canava, N. G., Agrochimija 2 (1965), 57-64. -
3. Coleman, R. G., Richards, F. J., Ann. Bot. London 20 (1956), 393-409. - 4. Eaton, S. V., Bot. Gaz. 114 (1952), 165-180. - 5. Evans, H. J., Sorger, G. J., Ann. Rev. Plant Physiol. 17 (1966), 47-76. - 6. Latzko, E., Agrochimica 3 (1958), 148-164. - 7. Mechsner, K., Biochim. Biophys. Acta 33 (1959), 150-158. - 8. Pandej, R. M., Fiziol. Rast. 16 (1969), 13-21. - 9. Richards, F. J., Berner, E., Ann. Bot. 13 (1954), 15. - 10. Richards, F. J., Coleman, R. G., Nature 170 (1952), 460. - 11. Sinclair, C., Nature 213 (1967), 214-215. - 12. Smith, T. A., Phytochemistry 9 (1970a), 1479-1486. - 13. Smith, T. A., Ann. Acad. Sci. 171 (1970b), 988-1001. - 14. Smith, T. A., Phytochemistry 13 (1974), 1075-1081. - 15. Takahashi, T., Yoshida, D., J. Sci. Soil Manure 31 (1960), 39-41. - 16. Vyskrebenceva, E. I., Fiziol. Rast. 10 (1963a), 40-47. - 17. Vyskrebenceva, E. I., Fiziol. Rast. 10 (1963b), 307-312. - 18. Ward, G. M., Canad. J. Plant Sci. 40 (1960), 729-735. - 19. Zemánek, M., Studium vodního provozu ječmene. Kand. dis. práce (Kroměříž) 1965.

О ПРИЧИНАХ НЕСХОДНОЙ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ  
НА ДЕФИСИТ КАЛИЯ

Ярослав Минарж

В ряде работ приводится, что растения с дефицитом калия ооказывают существенно пониженный рост и показывают весьма характерные и почти у всех растений аналогичные визуальные симптомы. Ингибиция роста притом объясняется как результат глубоких нарушений метаболических процессов, которые связаны как с возникновением, так и с дальнейшими преобразованиями органической материи.

Из наших результатов вытекает, что отдельные виды растений не реагировали одинаково на дефицит калия при полной его замене в питательной среде натрием. Растения, не содержащие диаминоксидазы /подсолнечник, фасоль, кукуруза/ были ингибиированы по росту гораздо больше, чем K - дефицитные растения, которые содержат диаминоксидазу /лугин, соя, чечевица, боб, горох/. На листьях K-дефицитных растений подсолнечника, фасоли и кукурузы в отличие от остальных исследуемых растений очень скоро образовывались типичные некрозы.

Определенное совпадение в реакции изучаемых нами K-дефицитных растений, снабженных и не снабженных этой энзимной системой, мы обнаружили в сорбции, дистрибуции и утилизации азота и фосфора.

K-дефицитные растения, не содержащие диаминоксидазы, собирали в течение культивации больше аминов, чем растения, которые диаминоксидазы не содержат.

Высшей диаминоксидазной активностью обладал горох, причем активность этого энзима в надземных частях K-дефицитных растений несколько выше и в корнях ниже, чем в контрольных растениях.

В K-дефицитных растениях не содержащих диаминоксидазы, или же дальнейших энзимных систем, ликвидирующих амины, происходит их чрезмерное накопление и токсическое воздействие в отличие от растений, которые эти энзимы содержат.

ZMĚNY OBSAHU DRASLÍKU A HMOTNOSTI SUŠINY JEDNOTLIVÝCH  
ORGÁNU HLAVNÍHO STĚBLA JEČMENE BĚHEM ONTOGENEZE

Milan Votruba, Vratislav Novák

Podle literárních údajů /2,3/ probíhá nejintenzivnější příjem drasliku v ranných fázích růstu a vývoje rostlin. U obilovin bývá jeho příjem ukončen v mléčné zralosti. V naší práci jsme sledovali obsah drasliku v sušině jednotlivých orgánů hlavního stébla během ontogeneze, zejména pak v období tvorby zrna.

Materiál a metody

Jarní ječmen odrůdy Dvoran jsme pěstovali v roce 1971 v řídkém sponu - RP /174 rostl./m<sup>2</sup>/ a v letech 1972-3 ještě ve velmi řídkém sponu VRP /69 rostl./m<sup>2</sup>/ při normální agrotechnice bez přihnojení. Rostliny jsme odebírali během ontogeneze podle Feekesovy stupnice a etap organogeneze podle Kupermanové. U jednotlivých částí hlavního stébla /listové čepele, pochvy listů, stébla, klasu/ jsme v laboratoři stanovili hmotnost sušiny a obsah drasliku plamenným spektrofotometrem po předchozí mineralizaci v kyselině sírové.

V práci byly získány následující údaje: obsah drasliku v sušině a jeho dynamika /mg.g<sup>-1</sup>suš./; distribuce drasliku do zelených částí rostliny /%/ a hmotnost sušiny /g/. Výsledky byly matematicky vyhodnoceny pomocí samočinného počítače ve výpočetním středisku VŠZ.

Obsah drasliku v jednotlivých částech hlavního stébla během vegetace

Výsledky ukazují, že v průběhu ontogeneze je nejvyšší obsah drasliku v pochvách. Na počátku vegetace mají značný obsah drasliku i listové čepely.

Statisticky průkazné rozdíly v obsahu drasliku v sušině byly prokázány:

a/ mezi jednotlivými roky /vliv klimatických faktorií/

b/ mezi jednotlivými vývajovými fázemi

c/ mezi orgány téže rostliny

d/ mezi souhlasnými orgány rostlin - variant RP a VRP, při čemž relativně vyšší obsah draslíku byl zjištěn v orgánech s lepšími světelnými poměry VRP a to zejména po zapojení porostu.

Tab.1 Obsah draslíku /v mg.g<sup>-1</sup> sušiny/ a hmotnost sušiny /v g/ v jednotlivých částech hlavního stébla /10 rost./  
Content of potassium (mg.g<sup>-1</sup> dry weight) and dry matter weight in different parts of main stalks (10 pl.)

Obsah draslíku										
orgán	pochvy	čepele	stéblo	klas	kořen					
fáze	RP	VRP	RP	VRP	RP	VRP	RP	VRP	RP	VRP
1.	48,9	-	33,5	-	-	-	35,8	-	10,0	-
4.	52,0	-	31,8	-	-	-	42,4	-	10,0	-
6.-7.	31,7	39,6	30,7	33,5	29,5	39,4	33,6	38,0	12,6	14,4
11.5.	20,3	22,6	18,1	19,6	14,2	20,7	11,3	14,2	9,7	12,2
11.5.4.17,6	15,5	17,2	19,0	11,4	13,4	9,5	10,9	8,6	8,8	
12.3.	16,6	12,1	3,0	4,1	13,6	12,3	10,6	8,2	6,6	5,7
Hmotnost sušiny rostlin										
1.	0,1	-	0,4	-	-	-	-	-	0,1	-
4.	0,2	-	1,1	-	0,6	-	-	-	0,2	-
6.-7.	1,3	1,9	2,8	3,2	1,4	1,9	0,1	0,2	1,0	2,3
11.5.	3,2	4,3	2,8	3,6	6,5	7,6	2,3	2,8	1,7	3,0
11.5.4.	3,3	4,4	2,7	3,1	9,4	11,5	5,3	5,9	3,3	4,6
12.3.	2,8	3,4	1,8	1,8	7,0	8,5	13,3	15,6	2,5	3,6

#### Distribuce draslíku

Draslík přijatý kořeny byl v jednotlivých fázích vývoje distribuován do nadzemních částí v určitém procentickém zastoupení, které se v průběhu ontogeneze měnilo. Na počátku převládal podíl listů /50 %/ a na konci podíl klasů /50 %/.

### Hmotnost sušiny

Hmotnost sušiny hlavního stébla tvořily na počátku odnožování především listové čepele /45,5-48,8 %/. Značnou hmotnost sušiny měly v uvedeném období kořeny a pochy listové. U pochev listových se percentuální zastoupení téměř nezměnilo ani při metání rostlin. Hmotnost sušiny stébla se zvětšovala na počátku mléčné zralosti. Koncem mléčné zralosti jsme konstatovali největší hmotnost sušiny u klasů /35,2-39,9 %/. V plné zralosti tvořily klasy 47,4-48,4 z celkové hmotnosti hlavního stébla.

Mezi obsahem draslíku v sušině a narůstáním sušiny jednotlivých orgánů, byl v průběhu ontogeneze zjištěn - počínaje 6.-7. fází - negativní korelační vztah podle parametrů lineární  $/y = a + b_1 \cdot x/$  a kvadratické  $/y = a + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2/$  funkce

### Závěr

Dosažené výsledky prokázaly, že během ontogeneze jarního ječmene dochází k výrazným změnám v obsahu draslíku jednotlivých orgánů. Hlavní směr transportu vede do listů, které představují pro tento iont značnou akumulační kapacitu /4/. Výsledky současně potvrzují vzájemnou závislost mezi obsahem tohoto prvku, narůstáním sušiny a hustotou ozáření na celkový příjem a obsah draslíku v sušině.

### Literatura

1. Chammel, A., Kali-Briefe, Fachgeb. 3, 43/1972/, 1-7. -
2. Karpin, V. I., Izv. TSCHA 1 /1970/, 35-45. - 3. Smetáková, M., Baier, J., Vyšetřování vhodného odběru vzorků rostlin u obilnin v ranných fázích období vegetace pro jejich anorg. rozbor, VÚRV Praha - Ruzyně /1973/.

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЯ И КОЛИЧЕСТВА СУХОГО ВЕЩЕСТВА  
В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ ВО ВРЕМЯ ОНТОГЕНЕЗА

ОБЗОР

В работе исследовалось поглощение и распределение калия на протяжении онтогенеза ярового ячменя / *Hordeum sativum L.* / сорта Дворак с помощью метода неорганического анализа растений.

Количество поглощенного калия и его содержание / концентрация / в сухом веществе определялись спектрофотометрически. Полученные результаты проверялись в полевых опытах с 1971 по 1973 год при различной густоте стояния / Р - вариант разреженный - 1,74 мил. растений  $\cdot \text{га}^{-1}$  и вариант OP - очень редкой густоты стояния - 0,69 мил. $\cdot \text{га}^{-1}$ .

Было обнаружено, что в течение онтогенеза ярового ячменя происходят выражительные изменения в общем количестве поглощенного калия и в содержании этого элемента в сухом веществе / мг. $\cdot \text{г}^{-1}$  сухого вещества /. В начальных фазах наблюдается повышение обоих, в дальнейшем содержание калия в сухом веществе достигает максимума в 4-ой фазе по Феекесу, в фазе удлинения листовых влагалищ. Общее поглощение калия увеличивается вплоть до начала молочной спелости / фаза 11.5.4 / и затем понижается. Между содержанием калия и нарастанием массы сухого вещества отдельных органов главного стебля выявлена начиная с 6. - 7. фазы / начало выхода в трубку / отрицательная коррелятивная связь. Концентрация калия в сухом веществе зависит от степени онтогенеза развития и сильно подвержена влиянию внешних факторов.

# VLIV DRASLÍKU NA OTEVÍRÁNÍ PRŮDUCHŮ U BOBU /VICIA FABA L./ KULTIVOVANÉHO PŘI DOSTAȚEČNÉ A DEFICITNÍ DRASLÍKOVÉ VÝŽIVĚ

Miroslava Vicherková a Petr Kostřice

Pro mnohé složky vodního hospodářství rostlin má draslík zvláštní význam. Podmiňuje ekonomické využívání vody rostlinami tím, že ovlivňuje osmotický potenciál buněčné šťávy, hydrataci plazmatických koloidů a zároveň reguluje i proces výdeje vody. Podrobná bádání posledních let prokázala, že rychlé otevření průduchů na světle v podmínkách, kdy voda není limitujícím faktorem, je způsobeno především ionty  $K^+$ , které vnikají do svěracích buněk a prudce snižují jejich vodní potenciál /1,2,3,4,5,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17 a j./. Draslíkové ionty vstupují do svěracích buněk aktivně pomocí iontové pumpy. K tomuto procesu je využívána převážně energie, získané uvolněním z ATP vytvořeného při cyklické fotonfosforylace /5,6,9,15/. Mechanismus působení draslíkových iontů uvnitř svěracích buněk je vysvětlován především jejich přímým účinkem na osmotický potenciál s následným rychlým příjmem vody a změnou apertury. Dříve uvažované účast drasliku při hydrolyze škrobu a bubření cytoplazmatických koloidů ve svěracích buňkách je pravděpodobně méně významná /2,11/.

V naší práci jsme řešili některé otázky uvedené problematiky u rostlin bobu /Vicia faba L., cv. Přerovský/, které byly kultivovány v Richterově živném roztoku se základní dávkou drasliku a v roztocích bez drasliku. Ten byl nahrazen v jednom případě ekvivalentním množstvím  $Na^+$  iontů, ve druhém případě ionty  $NH_4^+$ . K pokusům byly brány listy 8. patra rostlin starých 25 až 28 dní. Před pokusem byly odříznuté listy syceny ve tmě vodou. Z abaxiální strany listů byly sříhávány epidermální proužky 1 x 5 mm velké a přenášeny do redestilované vody. Poté byly proužky přeneseny do 100 ml roztoků  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $NH_4Cl$  a redestilované vody a umístěny do asimilační komory, temperované na  $28^\circ C$ , jíž byl prosáván vzduch bez  $CO_2$ . Komora byla osvětlována 3 hod. výbojkou RVLX přes vodní filtr /220 W.m<sup>-2</sup>/ Apertura 3 x 30 průduchů byla měřena mik-

roskopicky před a po aplikaci pokusních podmínek. Proužky byly vkládány do imersního oleje. Na zbyvajících proužcích jsme stanovovali rozdíl v rozdílných iontů v buňkách epidermis histochemickou reakcí s hexanitrokobaltitanem sodným dle Macalluma /10,17/.

Optimální podmínky otevření průduchů pro naše pokusy byly předem stanoveny. Barvením neutrální červené byla také zjištěna vitalita buněk stržené epidermis: zachováno 95% živých svěracích buněk a 5% buněk epidermálních.

Z pokusů vyplývá, že u rostlin všech tří pokusních variant, pěstovaných v živém roztoku s  $K^+$ ,  $Na^+$  a  $NH_4^+$  ionty, má světlo statisticky vysoko průkazný vliv na otevření průduchů ve vodě, v roztocích KCl a NaCl; v  $NH_4Cl$  se neprojevil žádny účinek. Nejméně reagují na osvětlení průduchy /při umístění proužků v redestilované vodě/ u rostlin kultivovaných v roztoku, kde byly  $K^+$  ionty nahrazeny  $NH_4^+$ . - Největší účinek na otevření průduchů má u rostlin všech variant umístění proužků epidermis při osvětlování do roztoků KCl a NaCl. Rozdíly jsou ve srovnání s účinkem vody po osvětlení vysoko průkazné. V roztoku  $NH_4Cl$  bylo otevření průduchů proti  $H_2O$ , KCl i NaCl vysoko průkazně inhibováno. - Draslíkové ionty měly průkazně větší účinek na otevření průduchů než ionty sodíkové pouze u rostlin z K-varianty základního živného roztoku. U rostlin, kde byl v tomto roztoku  $K^+$  nahrazen  $Na^+$ , byl účinek KCl sice poněkud větší než účinek NaCl, ale nebyl statisticky průkazný. V  $NH_4^+$ -variantě nebyl zjištěn mezi  $K^+$  a  $Na^+$  ionty žádny rozdíl. Reakce průduchů těchto rostlin na přidání draslíkových a sodíkových iontů byla ze všech variant největší.

Histochemickou reakcí byl  $K^+$  zjištěn před osvětlením epidermálních proužků vždy pouze u rostlin z draslíkové varianty v nepoškozených epidermálních buňkách. Svěrací buněky zůstávaly nezbarveny. Po osvětlení a expozici proužků v roztoku KCl byl  $K^+$  nalezen ve svěracích buňkách u rostlin všech tří pokusních variant. Průduchy exponované v NaCl a  $NH_4Cl$  obsahovaly někdy malé množství  $K^+$  ve svěracích buňkách pouze u rostlin K-varianty. Také jen u těchto rostlin byl draslík po světelné expozici nalezen v menším množství i v epidermálních buňkách. Ve zbyvajících variantách nebyl v epidermis po expozici v roztocích NaCl a  $NH_4Cl$  draslík nalezen.

Z výsledků lze učinit závěr, že  $K^+$  ionty rozptýlené v epidermálních buňkách, příp. dodané v roztoku, se po osvětlení rychle hromadí ve svěracích buňkách a vyvolávají otevíráni průduchů. V nepřítomnosti draslikových iontů nahrazuje jejich funkci sodík. Amonné ionty otevíráni průduchů inhibují. Reakce průduchů se u draslikové, sodíkové a amonné varianty rostlin poněkud liší. Při úplné deficienci obou iontů alkalických kovů v živném roztoku je otevíráni průduchů značně omezeno. Následná aplikace draslikových, příp. sodíkových iontů k epidermis vyvolává maximální otevíráni. Draslikové a sodíkové ionty jsou k otevíráni průduchů rozdílně využívány pouze rostlinami dostatečně zásobenými draslikem, které přednostně využívají ionty  $K^+$ . K-deficitní rostliny využívají obou iontů rovnoměrně.

#### Literatura:

1. Alleway, W.G., Hsiao, T.C., Austr. J. Biol. Sci. 26/1973/, 309-311. - 2. Fischer, R.A., Science 160/1968/, 784-785. -
3. Fischer, R.A., Plant Physiol. 47/1971/, 555-558. - 4. Fischer, R.A., Austr. J. Biol. Sci. 25/1972/, 1107-1123. - 5. Fischer, R.A., Hsiao, T.C., Plant Physiol. 43/1968/, 1953-1958. - 6. Fujino, M., Sci. Bull. Fac. Educ. Nagasaki Univ. 18/1967/, 1-47. - 7. Graham, R.D., Ulrich, A., Plant Physiol. 49/1972/, 105-109. - 8. Humble, G.D., Hsiao, T.C., Plant Physiol. 44/1969/, 230-234. - 9. Humble, G.D., Hsiao, T.C., Plant Physiol. 46/1970/, 483-487. - 10. Macallum, A.B., J. Physiol./London/ 32/1905/, 95-118. - 11. Mansfield, T.A., Willmer, C.M., New Phytol. 68/1969/, 61-66. - 12. Pallaghy, C.K., Planta/Berlin/ 101/1971/, 287-295. - 13. Pallaghy, C.K., Fischer, R.A., Z. Pflanzphysiol. 71/1974/, 332-334. - 14. Pallas, J.E., Jr., Wright, B.G., Plant physiol. 51/1973/, 588-590. - 15. Sewhney, B.L., Zelitch, I., Plant Physiol. 44/1969/, 1350-1354. - 16. Willmer, C.M., Mansfield, T.A., Z. Pflanzenphysiol. 61/1969/, 398-400. - 17. Willmer, C.M., Mansfield, T.A., New Phytol. 69/1970/, 639-645.

ВЛИЯНИЕ КАЛИЯ НА РАСКРЫТИЕ УСТИЦ У БОБА /VICIA FABA L./  
КУЛЬТИВИРОВАННОГО ПРИ ДОСТАТОЧНОМ И ДЕФИЦИТНОМ КАЛИЕВОМ ПИТАНИИ

Мирослава Вихеркова и Петр Костржица

В работе исследовалась реакция устиц на эпидермальных полосках с абаксиальной стороны взрослых листьев боба *Vicia faba L.*, культивированного в питательном растворе Рихтера с калием и без калия /замениённого натриевыми и амонными ионами/. Эпидермис вкладывался в 100 мМ раствора  $KCl$ ,  $NaCl$  и  $NH_4Cl$ , помещенных в темперированной ассимиляционной камере с 3-час. освещением и протеканием воздуха без  $CO_2$ . Раскрытие устичной щели измерялось микроскопическим путем, калий в клетках эпидермиса установлен методом Макаллума.

Было обнаружено, что ионы калия, рассеянные в эпидермальных клетках, или же добавленные в раствор после освещения быстро собираются в замыкающих клетках и вызывают резкое раскрытие устиц. В отсутствии калиевых ионов их функцию заменяет натрий. Амонные ионы раскрытие устиц ингибируют. Реакция у калиевого, натриевого и амонного варианта различна. Если отсутствуют оба иона алкалических металлов в питательной среде, раскрытие устиц ограничено. Последующее применение калиевых или натриевых ионов к эпидермису создает максимальное раскрытие. Для открывания устиц калиевые и натриевые ионы неодинаково используются только растениями, достаточно снабженными калием, которые преимущественно используют ионы калия. К - дефицитные растения пользуются для открывания устиц обоими ионами равномерно.

DEFOSFORILAČNÉ REAKCIE - JEDEN Z FAKTOROV REGULUJÚCICH TRANSPORT FOSFORU Z KOREŇOV DO NADZEMNÝCH ORGÁNOV

Ivan Michalík

Z výsledkov našich predchádzajúcich prác /2,5,6/ ako i iných autorov /3,4,11/ vyplýva, že transport fosfátov a fosforečných zlúčenín z buniek koreňov do cievnych zväzkov xylému priamo koreluje s procesmi prebiehajúcimi v bunkách koreňového systému. Naväzujúc na naše predchádzajúce výsledky zamerali sme svoju pozornosť na riešenie procesov, ktoré bezprostredne súvisia s mechanizmom transportu z koreňov do nadzemných orgánov.

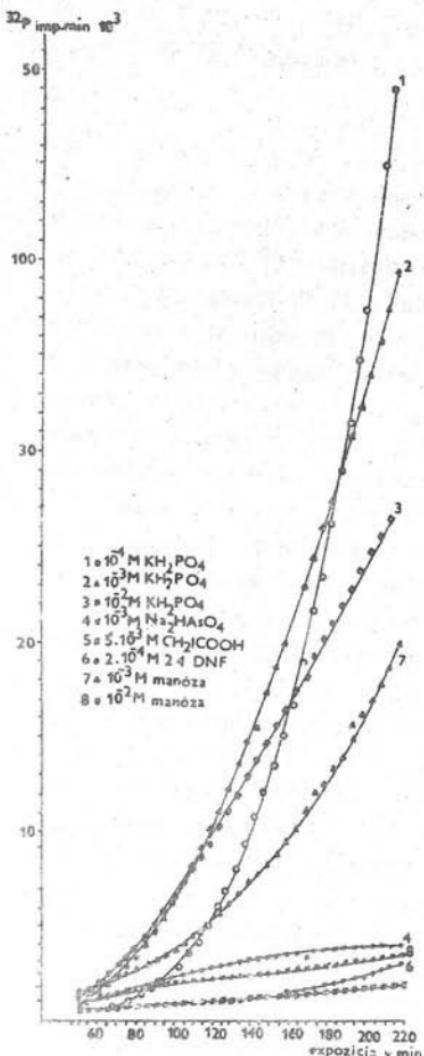
Metóda a materiál

Ako pokusný materiál sme použili 50-dňové rastliny kukurice /jednoduchý otcovský hybrid LSP/ vypestované na živnom Knopovom roztoku. Pred presadením rastlín na rádioaktívny roztok o špecifickej aktivite  $0,5 \mu\text{Ci} \text{ }^{32}\text{P.ml}^{-1}$  v  $10^{-4}$  mol  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  sme rastliny inkubovali 2 hodiny na roztokoch s jednotlivými aplikovanými preparátmi.

Vo dvoch samostatných pokusoch sme aplikovali nasledovné preparáty: rozdielnu konc.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ;  $10^{-3}$  mol  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ ;  $2 \cdot 10^{-4}$  mol 2,4-DNF;  $5 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{CH}_2\text{ICOOH}$ , rozdielna konc. manózy,  $10^{-3}$  mol p-dinitrofenolfosfát;  $10^{-2}$  mol florizin;  $10^{-3}$  mol ATP, 1,5 % SDS; N-6-benzyladenín a dimetylhydrazid kyseľiny jantárovej.

Výsledky a diskusia

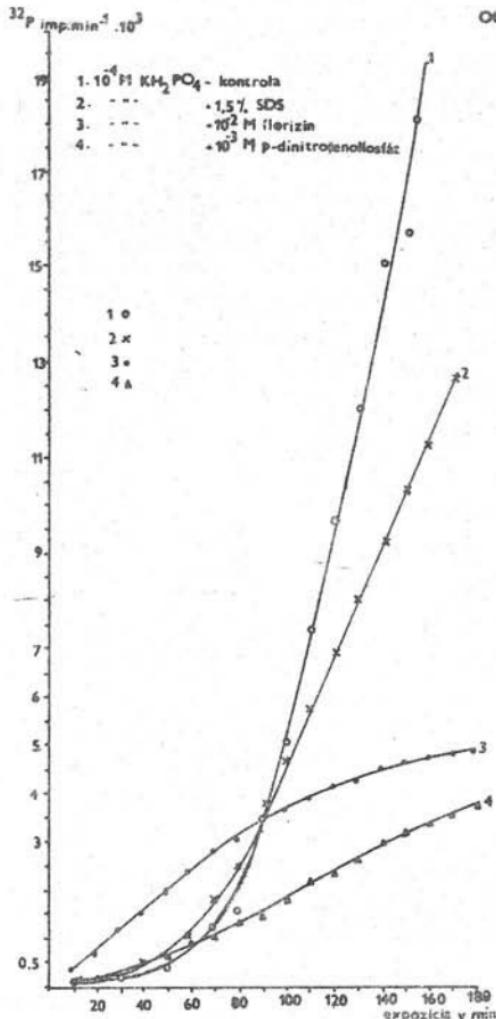
Transportu látok z koreňov do nadzemných orgánov predchádzajú procesy ich akumulácie v koreňovom systéme /ako vo volnom, tak i vo vnútornom priestore/ a cievnych zväzkov xylému. Vzhľadom na štrukturálnu i fyziologicko-biochemickú differenciáciu týchto jednotlivých priestorov je možné predpokladať i rozdielne špecifické mechanizmy, ktoré sa zúčastňujú na jednotlivých stupňoch transportu látok ako to i vyplýva zo záverov Oberlandera /8/. Z uvedeného dôvodu riešenie otázok mechanizmu transportu iónov si vyžaduje voliť špecifikované prístupy štúdia tých procesov, ktoré sú bezprostredne zodpovedné za ich transport.



Obr. 1. Vplyv aplikovaných preparátov na transport  $^{32}\text{P}$  v xylémovom exudáte /pokus č. 1/  
Fig. 1. Influence of different compounds on phosphorus transport in the xylem exudate /experiment N.1/

$10^{-3}$  mol sa prejavila štatisticky vysokopreukazne inhibične

Z našich výsledkov /5,6/ ako i výsledkov iných prác /4,7,9,10/ vyplýva, že fosfor z koreňov do nadzemných orgánov je transportovaný v prevážnej miere vo forme anorganickej, kde na anorganický fosfát pripadá okolo 80-90 % z celkového množstva transportovaného fosforu v xylémovom exudáte. Vzhľadom k tomu, že fosfor prijímaný z vonkajšieho prostredia prechádza cez metabolický "pool" musia organické fosforečné zlúčeniny pred ich vstupom do ciev xylému podliehať defosforylačným procesom. Na rozdiel od výsledkov Longhmana /4/ predložené experimentálne výsledky s inhibíciou fosfatázy p-dinitrofenol fosfátom potvrdili správnosť uvedených predpokladov /obr. 1/. Aplikácia p-dinitrofenol fosfátu v koncentrácií



**Obr.2.** Vplyv aplikovaných preparátov na transport  $^{32}\text{P}$  v xylémovom exudáte /pokus č. 2/

Fig.2. Influence of different compounds on phosphorus transport in the xylem exudate /experiment N.2/

na transport fosforu v xylémovom exudáte, pričom uvedený preparát ako to i vyplýva z výsledkov Longhmana /4/ nemá vplyv na príjem fosfátov. Na príamu spojitosť medzi intenzitou transportu fosforu a činnosťou fosfatázy /3.1.3.1, 3.1.3.2/ poukazujú i výsledky Dominicza /1/, ktorý stanovil pozitívny účinok iónov  $Mg^{2+}$  na transport fosforu i napriek tomu, že neboli stanovené preukazné rozdiely v obsahu prijatého fosforu v koreňovom systéme.

Získané expe-  
rimentálne výsled-  
ky sú dôkazom urči-  
tej selekcie medzi  
procesmi príjmu  
fosfátov a jeho

ďalším transportom na čo už skôr poukazovali i Wort a Longman /11/. Taktiež poukazujú na dôležitosť defosforylačných reakcií pre ďalší transport fosforu. Na základe dosiahnutých

výsledkov môžeme konštatovať, že faktory pôsobiace na zvýšenie "poolu" anorganického fosforu v bunkách koreňového systému vytvárajú optimálne podmienky pre ďalší transport fosforu do nadzemných orgánov.

V záujme špecifikovaného prístupu s ohľadom na aplikáciu fyziologicky prijateľných látok v riešení mechanizmu transportu fosforu sme aplikovali produkt rastlinného organizmu - manózu vo fyziologickej koncentrácii  $10^{-3}$  mol. Z analyzovaných výsledkov /obr. 2/ vyplýva, že manóza v koncentrácii  $10^{-3}$  mol a najmä  $10^{-2}$  mol už po uplynutí krátkej časovej expozície od doby presadenia rastlín na fosfát s  $^{32}\text{P}$  pôsobí vysoko inhibične na transport  $^{32}\text{P}$  v xylémovom exudáte, naproti tomu manóza nemá vplyv na celkový príjem fosfátov /4/. Predpokladáme, že manóza v koreňoch rastlín vytvára s anorganickým fosforom fosforylovaný produkt manózo-6-fosfát. Vzhľadom na veľmi nízku aktivitu fosfomanózoizomerázy v koreňoch rastlín /3,4/ je manózo-6-fosfát tažko metabolizovateľný a v dôsledku toho nastáva selekčne viazanie fosforu v koreňoch rastlín, čím sa do značnej miery zamedzuje ďalšiemu transportu fosforu do nadzemných orgánov.

Dosiahnuté výsledky s aplikáciou manózy potvrdili závery Longhmana /3,4/ a nabádajú nás k predpokladu, že mechanizmus transportu fosforu v xylémovom exudáte je proces vysoko-špecifický, ktorý je rastlinou regulovateľný. V priebehu látkového metabolismu v bunkách koreňového systému sa syntetizujú rôzne metabolity /napríklad manóza na úkor glukózy/, ktoré do značnej miery zabraňujú ďalší transport fosforu z koreňov do nadzemných orgánov. Je zrejmé, že transport fosforu do nadzemných orgánov sa realizuje v zhode s požiadavkami ceľej rastliny.

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva účasť aktívnych a pasívnych procesov v transporte iónov do ciev xylému.

## Záver

Inhibitory látkového metabolismu na úrovni oxidačných a fosforylačných reakcií / $10^{-3}$  mol  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{CH}_2\text{ICOOH}$ ,  $10^{-4}$  mol 2,4-DNF,  $10^{-2}$  mol florizin/ ako i detergent 1,5 % dodecylsulfát sodný a manóza v konc.  $10^{-2}$  a  $10^{-3}$  mol veľmi výrazne inhibujú i transport fosforu v xylémovom exudáte. Taktiež inhibícia činnosti fosfatázy /E.C.:3.1.3.1. a 3.1.3.2/  $10^{-3}$  mol p-dinitrofenolfosfátom vysoko preukazne znižuje transport fosforu z koreňov do nadzemných orgánov, čo ukazuje na dôležitú úlohu fosfatázy v mechanizme transportu fosforu z koreňov do nadzemných orgánov. Na základe experimentálnych výsledkov získaných s aplikáciou manózy, p-dinitrofenolfosfátu a iných preparátov vyplýva, že faktory pôsobiace na stimuláciu defosforylačných procesov zároveň vplyvajú i na zvýšenie transportu fosforu z koreňov do nadzemných orgánov. Naproti tomu utilizácia fosforu vo forme organických P-zlúčenín v bunkách koreňov znižuje ďalší transport fosforu v xylémovom exudáte.

Fyziologicky aktívne látky /N-6-benzyladenín, dimetylhydrazid kyseliny jantárovej, ATP/ nezávisle od spôsobu ich aplikácie spôsobujú stimuláciu transportu fosforu.

## Použitá literatúra

1. Domnicz, A., dell VIII. Simposio Internazionale di Agrochimica su "L'energia nucleare in agricoltura", Venesia, Isola di S.Giorgio Maggiore, 3-7, Maggio/1971/. - 2. Ivanko, Š., Michalík, I., Biologia 21, 5, 339-350 /1966/. - 3. Loughman, B.C., Vux Phytologist, 65, 3, /1966/, 388-396. - 4. Loughman, B.C., /1963/, cit. podľa Loughmana /3/. - 5. Michalík, I., Kandidátska dizertačná práca, VŠP Nitra, /1968/. - 6. Michalík, I., Ivanko, Š., Polnohospodárstvo, 8, /1971/, 615-623. - 7. Morison, T.M., Nature, 205, /1965/, 4975,1027. - 8. Oberlander, H.E., Techn. Reports Series, 65 /1966/, 101-102. - 9. Ratner, E.I., Samojlova, S.A., Fiziologija rastenij, 2, /1955/, 30-41. - 10. Tolbert, E., Wiebe, H.H., Plant Physiol., 30, /1955/, 499-504. - 11. Worth, H., Loughman, B.C., cit. podľa Loughman /3/.

РЕАКЦИИ ДЕФОСФОРИЛЯЦИИ - КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ РЕГУЛЯЦИИ  
ТРАНСПОРТА ФОСФОРА ИЗ КОРНЕЙ В НАДЗЕМНЫЕ ОРГАНЫ

Иван Михалик

Ингибитором метаболизма  $10^{-3}$  mol  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{CH}_2\text{ICOOH}$ ,  $10^{-4}$  mol 2,4-DNF,  $10^{-2}$  mol флоризин/ а также 1,5 % SDS оказывает ингибирующее влияние на транспорт фосфора из корней в надземные органы. Манноза в конц.  $10^{-2}$  и  $10^{-3}$  mol также действует как ингибитор транспорта фосфора. Особенно большое влияние на транспорт фосфора оказывает ингибитор фосфатазы  $\pi$ -динитрофенолфосфат. На основании полученных данных с применением маннозы, ингибиторов окислительных и фосфорилирующих реакций было установлено, что в механизме транспорта фосфора из корней в надземные органы решающая роль принадлежит реакциям дефосфорилизации органических фосфорных соединений с участием фосфатазы / E.C: 3.1.3.1., 3.1.3.2. и другие / и интенсивности метаболических процессов участвующих в утилизации фосфора в корневой системе. Дефосфорилизация фосфорных органических соединений стимулирует транспорт фосфора из корней в надземные органы а процесс способствующий его утилизации наоборот ингибирует транспорт фосфора. Физиологически активные ве-ва / N -бензиладенин, диметилгидразид янтарной кислоты, ATP / оказывает стимулирующее влияние на транспорт фосфора.

DISTRIBUCE SUŠINY A FOSFORU DO JEDNOTLIVÝCH ORGÁNU  
 V PRŮBĚHU ONTOGENEZE JARNÍHO JEČMENE

Vratislav Novák, Josef Kupka

Příjem a využití fosforu rostlinami ovlivňují kromě půdních a klimatických podmínek především fyziologické pochody a jejich vzájemné vztahy. V naší práci jsme studovali vztah mezi hromaděním sušiny a fosforu do jednotlivých orgánů hlavního stébla.

Materiál a metody

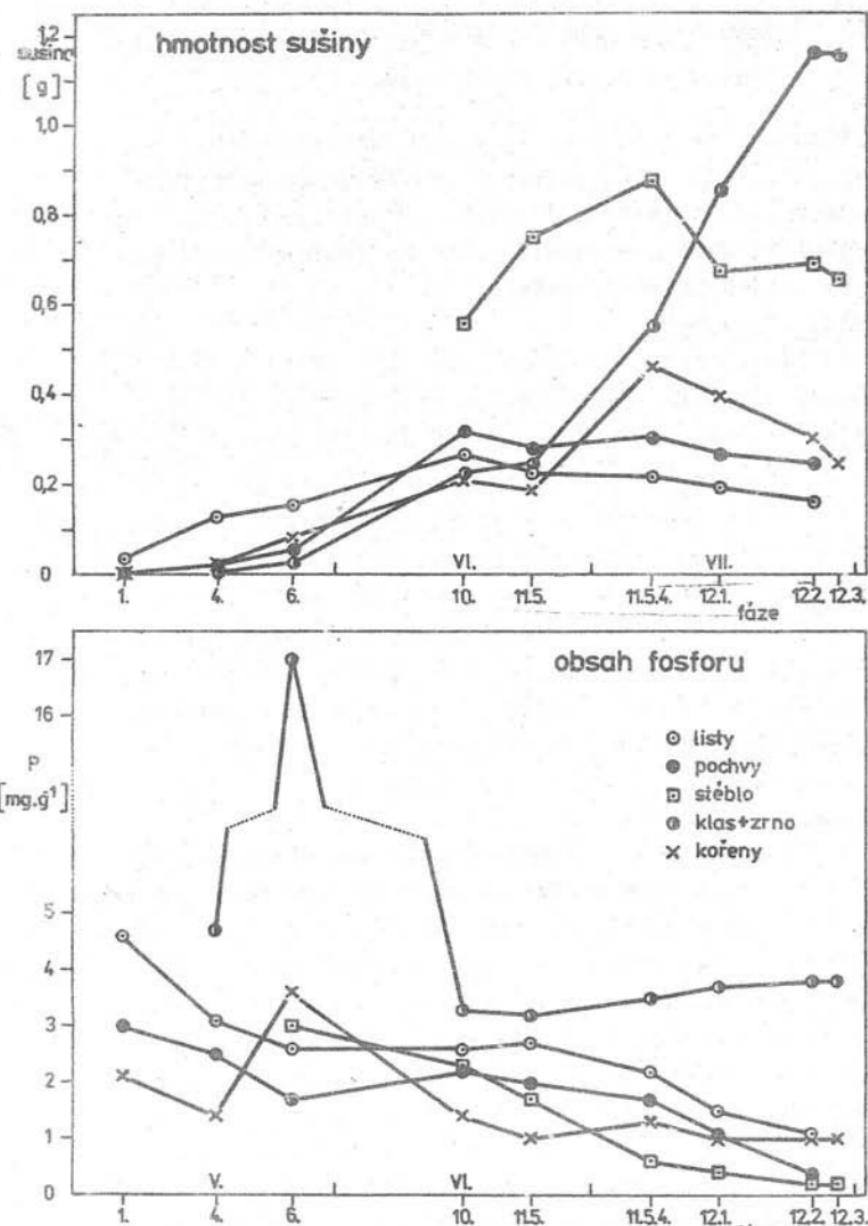
V letech 1971-1973 jsme pěstovali jarní ječmen odrůdy Dvoran v řídkém spěnu /174 rostl./  $m^{-2}$  při obvyklé agrotechnice na pozemcích pokusné stanice VŠZ v Suchdole. Za vegetace jsme rostlinky chemicky necestrovali ani nepřihnojovali. Během ontogeneze jsme rostlinky oděbírali podle Feesesovy stupnice a etap organogeneze podle Kupermanové. U hlavních stébel rostlin jsme stanovili hmotnost sušiny listových čepelí, pochev listů, stébel, klasů a kořenů. Obsah fosforu v jednotlivých částech hlavního stébla jsme stanovili kolorimetricky /jako kyselinu molybdenovanadičnofosforečnou/ podle pracovních postupů ÚKZÚZ v Praze.

Výsledky

Hmotnost sušiny listových čepelí narůstala od vzcházení do konce sloupkování. Sušina pochev listových se rovnoměrně zvětšovala ravněž do konce sloupkování. Pokles hmotnosti sušiny listových pochev byl však /do počátku mléčné zralosti/ pozvolnější než u listových čepelí. Hmotnost sušiny stébla a kořene se rychle zvětšovala do počátku mléčné zralosti /tvorby zrna/. U klasů jsme zjistili maximální hodnoty hmotnosti sušiny v období žluté a plné zralosti.

Na počátku odnožování byl obsah fosforu v listech  $4,6 \text{ mg} \cdot g^{-1}$ , v pochvách  $3,0 \text{ mg} \cdot g^{-1}$  a v kořenech  $2,1 \text{ mg} \cdot g^{-1}$ . Průměrný obsah v nadzemní části byl  $4,2 \text{ mg} \cdot g^{-1}$ . Během ontogeneze se obsah fosforu v sušině zelených orgánů plynule snižoval.

Dry matter weight (in g) and phosphorus content (in  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )  
in individual organs of the main culm and in roots in the course  
of ontogenesis. (average total values)



Obr. 1. Hmotnost sušiny (v g) a obsah fosforu (v  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) fáze v jednotlivých orgánech hlavního stébla a kořenech během ontogeneze. (průměrné souhrnné hodnoty)

Pouze u klasů se obsah fosforu během zrání mírně zvýšil. U listů a pochev /zelených/ došlo v období od počátku sloupkování do kvetení k zastavení poklesu, eventuálně k mírnému zvýšení obsahu fosforu. Během tvorby zrna a zrání klesá obsah fosforu v sušině zelených listů pomaleji, než u pochev. Ve žluté zralosti je u listů  $1,1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  a u pochev  $0,4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ . Obsah fosforu ve stéblech klesal během celého sledovaného období až na  $0,2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , což je prakticky nejnižší obsah v orgánech. Obsah fosforu v kořenech po počátečním poklesu setrval většinu vegetace na hodnotách okolo  $1,0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  sušiny. V klasu /vegetačním vrcholu/ se projevil prudký vzestup obsahu fosforu od konce odnožování do počátku sloupkování. Od počátku sloupkování / $17,0 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ / klesal obsah fosforu v klasu velice prudce až na  $3,2 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  do počátku metání. Během tvorby zrna a zrání mírně stoupal až na  $3,8 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  v plné zralosti.

### Závěr

Narůstání obsahu fosforu v listech, pochvách, stéblech i kořenech mělo během ontogeneze ječmene v podstatě opačnou tendenci než narůstání sušiny nadzemní i kořenové části. Se zvětšováním hmotnosti sušiny klesal obsah fosforu /v  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ / v uvedených částech rostlin.

Hmotnost sušiny klasů narůstala od konce sloupkování do žluté - plné zralosti. Obsah fosforu v klasech do fáze metání - kvetení klesal a potom až do plné zralosti plynule stoupal.

Z výsledků lze předpokládat úzký vztah mezi narůstáním sušiny a obsahem fosforu u jednotlivých orgánů jarního ječmene v různých fázích ontogeneze.

## ДИСТРИБУЦИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И ФОСФОРА В РАЗЛИЧНЫЕ ОРГАНЫ В ТЕЧЕНИЕ ОНТОГЕНЕЗА У ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Вратислав Новак - Йозеф Кунка

Нарастание содержания фосфора в пластинках листьев, влагалищах, стеблях и корнях протекало во время онтогенеза ячменя в обратном направлении, чем накопление сухого вещества в надземных органах и корнях. С повышением веса сухого вещества понижалось содержание фосфора /в мг. г<sup>-1</sup>/ в различных частях растений.

Вес сухого вещества колосьев нарастал от окончания выхода в трубку до желтой-полной спелости. Содержание фосфора в колосьях понижалось до фазы колошения-цветения, а после этого непрерывно повышалось до полной спелости.

На основании достигнутых результатов можно предполагать тесное соотношение между накоплением сухого вещества и содержанием фосфора в различных органах ярового ячменя в различные фазы онтогенеза.

VODNÝ REŽIM A FOTOSYNTÉZA

Bohdan Slavík

1. Transport vody v kontinuum půda-restlinka-atmosféra.

V ustáleném stavu, kdy se intenzita teku vody z půdy restlineu do atmosféry v krátkých časových úsecích nezmění, platí, že celkový efektivní tok vody je v jednotlivých úsecích téhoto systému stejně intenzivní, tj. např. vodorovným průřezem jednožkevě plechy perostu protéká za jednotku času stejné množství vody nebo vodní páry jak v úseku půdy, tak v kořenech, ve stencích i je vydána transpiraci do atmosféry. Tento princip kontinuity platí samozřejmě také pro integrální rychlosti transportu vody za dleuhé časové úseky.

Hnací silem transportu vody v uvedeném kontinuum jsou gradienty vodního potenciálu, tj. gradienty specifické volné energie vody (vztažené na čistou volnou vodu). Vodní potenciál je ovlivňován tlakem (hydrostatickým tlakem, turgorem apod.). Tam, kde je hnací silem tlaková složka, dochází k hromadnému teku, konvekcí (gravitační tok vody v půdě, vodivé elementy v rostlinách, promíchávaný vzduch nad rostlinami). Kde rozdíl tlaku chybí, pohybuje se kapalná voda a vodní pára difuzí. V plynné fázi v klidném vzduchu se pak stává hnací silem prakticky rozdíl koncentrace vodní páry.

Považujeme-li uvedený systém za hydraulický (zádný aktivní metabolický podmíněný transport vody) a neelektický, můžeme vodní potenciál v libovolném jeho bodu (např. v určitém listu) vyjádřit oproti referenčnímu bodu (např. vedenímu potenciálu v půdě) souhrnně rovnici

$$\psi_i = -hgp - \left( \sum_p f_p u_p \right) + \psi_s + \psi_m - \psi_p \quad (1)$$

První člen vpravo vyjadřuje gravitační potenciál (daný součinem výšky nad referenční hladinou, gravitačním zrychlením a hustotou vody).

403 Druhý člen vychází z analogie Ohmova zákona : intenzita toku vody je přímo úměrná rozdílu potenciálu (ten vyjadřuje druhý člen edpory) a nepřímo úměrná odporu, v případě toku vody odporu frikčnímu , tedy sumě odporů, s nimiž se na své cestě systémem od referenčního bodu potkal. Druhý člen tedy vyjadřuje e kolik musí být vodní potenciál našehe zvoleného bodu nižší než vodní potenciál referenčního bodu (v našem případě než vodní potenciál v půdě). Dík tomu, že tento rozdíl vodních potenciálů musí "utáhnout" příslušné seriální vody (f) přes všechny parciální frikční edpory na celé své cestě.

Další člen  $\psi$  je osmotický potenciál daný osmotickým tlakem látek ve vodě rozpuštěných. Další člen  $\psi_m$  je matriční potenciál, který vyjadřuje snížení vodního potenciálu vazebními silami na rozhraní fází a posléze poslední člen je referenční vodní potenciál půdy.

Uvedená rovnice tedy uvádí všechny komponenty, které snižují vodní potenciál např. v listu rostliny proto, aby byl umožněn a zajištěn potřebný tok vody rostlinou. Velikost tohoto toku je určena rychlostí transpirace s povrchu rostliny. Vztáhneme-li jednotky rychlosti toku vody v celém kontinuu půda-rostlina-atmosféra na jednotku plochy povrchu (půdy), můžeme pak v ustáleném stavu tok f položit rovný rychlosti transpirace (E ) rovněž na jednotku plochy presté plechy.

Pro transpiraci můžeme použít Penman-Monteithovy rovnice, která spejuje faktory meteorologické a biologické, které ovlivňují transpiraci.

$$E = \frac{sA + C_p \rho \Delta k_a}{\lambda [s + \gamma (1 + \frac{k_a}{k_s})]} \quad (2)$$

kde s je sklon závislosti koncentrace nasycené vodní páry na teplotě, A je destupná energie,  $C_p$  specifické teplo vzduchu,  $\rho$  hustota vzduchu,  $\Delta$  sytostní deficit,  $k_a$  vodivost hraniční vrstvičky vzduchu,  $\lambda$  latentní teplo výparu,  $\gamma$  psychrometrická konstanta,  $k_s$  vodivost průduchů.

Hedně vodního potenciálu, vypočítaná z rovnice (1) pro list, udává zároveň nejmenší nutný vodní deficit listu při dané transpiraci. Z této úvahy vyplývá, že za příčinou vzniku vodního deficitu nemůžeme považovat negativní vodní bilanci, vzniklou "zpožděním" příjmu vody eproti výdeji vody transpirací. Tato negativní vodní bilance je naopak jen důsledkem pravé hlavní příčiny vzniku vodního deficitu, tj. existence seriálních frikčních odporek na cestě vody z půdy k místu, o jehož vodním deficitu hovoříme. Protože vodní potenciál (vodní deficit) fotosyntetizujících listů musí být z mnoha důvodů (viz dále) pokud možno vysoký (vodní deficit nízký), je žádoucí, aby frikční odpory pohybu vody v kapalné fází v rostlině i půdě byly co nejnižší.

Hodnoty odporu toku vody v půdě jsou dány hlavně (1) její pohyblivosti, která je velká v nasyceném stavu (platí Darcyho zákon) a exponenciálně klesá při vysychání půdy, (2) efektivní délce transportu k povrchu kořene (lokalisace kořenového systému, hustota prokořenění (velikost povrchu kořenů v jednotce objemu půdy a posléze na jednotku povrchu půdy), (3) možnou existencí vzduchových mezivrstev mezi půdou a povrchem kořenů, způsobenou objemovým smrštěním kořenů při zmenšení obsahu vody, tj. deficitem.

Frikční odpory radiálního transportu vody y kořenech jsou dány především hydraulickými odpory podélného transportu intermicelárními póry buněčných stěn s výjimkou cytoplasmatické cesty v endodermálních buňkách. Gradient vodního potenciálu mezi rhizodermálními buňkami s kořenovými vlásky a parenchymatickými buňkami svazku cévního je výrazně těžtě odporů a hnací silou difuze molekul vody.

Hnací silou longitudinálního pohybu vody xylémem je gradient hydrostatického tlaku, vzniklý odsáváním vody buňkami listového parenchymu podél spádu vodního potenciálu z listových částí xylému. Transport xylémem je hromadným telem, konvekcí, při němž se neuplatňuje osmotický potenciál doprovázeného rozteku, který je beztak vysoký (tj. málo negativní). Pro tok vody v xylému lze aplikovat různé modifi-

kace Hagen-Poiseuille-ova zákona, v němž tok závisí kromě jiného na čtvrté mocnině pelemeřu kapilár (trachejí resp. tracheid) a na tepletelně silně závislé viskositě vody.

Pohyb kapalné vody v listovém mezofylu je opět molekulérní difúzí, hnacím gradientem vodního potenciálu, který opět závisí na difúzním odporu především stěn buněčných. Vodní potenciál intercelulárních povrchů buněčných stěn je kromě vedeního potenciálu kutikuly a peristomatárních buněk nejnižším vodním potenciálem aktivních buněk rostliny. Na nich se odehrává energeticky rozhodující proces výparu, který při daném radiačním příkonu je reguloval teplotní zpětnou vazbu díky teplotní závislosti nasyceného tlaku vodní páry.

Další transport vodní páry v intercelulárách, ve štěrbině průduchů a v hraniční vrstvě vzduchu na povrchu listu je molekulérní difúze v plynné fázi, jako hnací sílu je možno (pro výpočty) použít rozdíl koncentrací vodní páry. Difúzní odpor je určen difúzní konstantou a efektivní difúzní délkou. Protože tato difúze musí "utáhnout" tok stejně velký jako současná transpirace, existuje koncentrační gradient tím strmější a difúzní vzdálenost tím delší (tj. vniká hlouběji do intercelulárního systému listového mezofylu), čím větší je transpirace. Vodní potenciál peristomatárních buněk, obvykle nižší než ostatních intercelulárních buněčných stěn, je čidlem zpětné vazby regulace průduchů (viz dále). Difúzní odpor ve štěrbině průduchů je hlavním regulačním odporem na cestě vody kontinuem půda-voda-rostlina. Regulačně se uplatňuje hlavně v neustáleném stavu. V ustáleném stavu v rovnici (1) určuje velikost ustáleného toku, daného transpirací (figuruje v rovnici (2)  $[r_g]$ ), avšak pro výpočet vodního potenciálu listového mezofylu není součástí sumy frikčních odporů, protože leží na toku vody již ze mezofylárními buňkami.

Experimentální výsledky ukazují, že frikční odvary nejsou konstantní, nýbrž zřejmě klesají zvyšující se rychlosťí toku. Předpekládá to dosud neznámé strukturní změny. Strukturní změny během ontogeneze drží krok se zvyšujícími se nároky zvětšujícího se transpiračního povrchu.

Vzhledem k denní periodicitě a počasové variabilitě vnějších faktorů, určujících transpiraci, není tok vody kentinuem půda-restlina-voda tokem ustáleným. V takovém neustáleném toku platí princip kentinuity jen omezeně a v toku kapalné vody restlineu (a půde) velmi se uplatňuje existence kapacit, tj. "zásobáren" vody, ležících především mimo přímou cestu toku vody restlineu. O jejich významu rozhoduje kromě (1) jejich velikosti (tj. jejich obsahu vody), (2) závislosti jejich vodního potenciálu na obsahu ("koncentraci")<sup>též</sup> (3) velikost frikčního odporu, který je spojuje s hlavní cestou toku vody. Existence kapacitních zásob ovlivňuje v neustálém stavu při zvyšující se transpiraci vychlost "vnikání" vodního deficitu (tj. poklesu vodního potenciálu od transpirující distální části "dovnitř a dolů" do restliny a naopak ovlivňuje postupné dosycování "ždola nahoru" při následující snížené nulové transpiraci (např. v noci).

Odhady velikosti kapacit ukázaly, že zásoby vody v listech stačí zásobit průměrnou denní transpiraci u bylin řádově půl hodiny, u jehličin 1 hodinu, v kořenech u bylin 3 hodiny a jehličin 14 hodin, ve vodivých držákách u bylin i konifer kolem 1 hodiny, v aktivním dřevě stromů 50 až 180 hodin.

## 2. Mechanismus a funkce průduchů.

Mechanický mechanismus pohybů průduchů, totiž te, jak se štěrbina mezi dvěma svěracími buňkami uzavírá při snížení jejich turgoru, byl objasněn poměrně dříve jejich zvláštní strukturou. Teprve nedávno byl z větší části objasněn vnitřní mechanismus pohybů, který souvisí s transportem a metabolismem iontů. Turgorový potenciál až kolem 5,0 MPa se vytvoří vzestupem osmotického tlaku ve svěracích buňkách příjemem iontů draslíku ze sousedních buněk, výměnou za ionty H<sup>+</sup> a vznikem organických kyselin (jablečné) uvnitř během otevírání průduchů (ty udržují elektroneutralitu). Otevření průduchů je lineárně úměrné koncentraci

osmoticky aktivních látek. Fotosyntetická aktivita sametných svěracích buněk nehraje podstatnou roli při otevírání průduchů.

Průduchy jako hlavní regulační odpor v plynné fázi toku kysličníku uhličitého a vodní páry řeší svým velmi složitým reakčním systémem zásadní dilema ve výměně plynů u suchozemských rostlin : Fotosyntetický příjem kysličníku uhličitého z atmosféry do listového mezofylu vyžaduje co největší průchlednost listové epidermis, zatímco obrevský gradient vodního potenciálu mezi více méně vodou nasycenými mezofylovými intercelulárními buněkami a vodním potenciálem vzduchu, který je většinou dalek nasycení vodní parou, by potřeboval difúzní vodivost co nejnižší.

Fyzikální účinnost regulace difuze plynů multiperforátní přepážkou listové pokožky je spojena s energeticky poměrně náročnými pohyby svěracích buněk. Částečná rozdílnost transportních cest vodní páry a  $\text{CO}_2$  a především saturační kinetika fotosyntetického příjmu kysličníku uhličitého umožnily vytvoření několika zpětnovazebních smyček na sebě z velké části nezávislých, které umožňují poměrně četné řešení uvedeného dilematu v konkrétních situacích.

#### 1. Zpětné vazby spojené s vodním provozem :

la. Hydropasivní ovlivnění sensu stricto : Turger buněk jednobuněčné epidermální vrstvy způsobuje mechanický uzávěr průduchů tlakem na svěrací buněky. Turgescence buněk, které byly zevně chráněny nepatrně propustnou kutikulou, přesto snadno ztrácejí vodu via substomatární intercelulární buněčné stěny, je tedy "brzy na řadě" při každém zvýšení gradientu vodní páry dle v rovnici (2), který je nadto svou teplotní závislostí zvyšován příkolem radiačního tepla.

lb. Hydropasivní ovlivnění sensu lato : Ztráta vody ze svěracích buněk buď evaporací do substomatárních intercelulární nebo tzv. peristomatární transpirace přímo ze svěracích buněk a z buněk vedlejších, usnadněná leckdy ektodesmaty. Toto je zřejmě také mechanismus vlivu snížené vlhkosti vzduchu na uzávěr průduchů.

1b. Hydroaktivní ovlivnění : Snižující se vodní potenciál svěracích buněk ovlivňuje uzávěr průduchů podstatným způsobem teprve od určité prahové hodnoty, která u různých rostlin leží mezi -0,7 až -1,8 MPa. Existence této prahové hodnoty závisí na rychlosti vzniku vodního deficitu. Teprve nedávno bylo zjištěno, že se při vedenutí v listovém mezofylu velmi rychle začne vytvářet kyselina abscisová, jejíž příslun do svěracích buněk uzavírá hydroaktivní myšku ovlivnění stavu průduchů vodním deficitem. Mechanismus vzniku ABA a jeho indukce vodním deficitem není dosud znám. ABA snižuje možná transpiraci také vzájemným vztahem se zpětnou vazbou kysličníku uhličitého. Mechanismus vlivu ABA jde přes transport a metabolismus iontů ve svěracích buňkách.

## 2. Zpětná vazba spojená s koncentrací a transportem $\text{CO}_2$ .

Zvyšující se koncentrace  $\text{CO}_2$  způsobuje během minuty až dvou uzavírá průduchů. V jednotkách difúzní vodivosti je poločas tohoto uzávěru asi 5 minut. Poloviční nasycení je asi při 200 vpm  $\text{CO}_2$ , plné nasycení mezi 1000 a 10 000 vpm. Čidlo pro zjištění koncentrace je umístěno zřejmě ve svěracích buňkách. Tato reakce na koncentraci  $\text{CO}_2$  má stejný mechanismus na světle i ve tmě. Reakce průduchů na viditelné zíření je nepřímá přes snížení koncentrace  $\text{CO}_2$ . Otevřené průduchy jsou při nasycení listu vodou necitlivé na pokles koncentrace  $\text{CO}_2$ .

Řešení uvedeného dilematu průduchů, jak regulovat difuzibilitu epidermis nezávisle pro vodní páru a kysličník uhličitý, je velmi obtížné proto, že gradienty vodní páry jsou v obvyklých přirozených podmírkách vyšší než gradienty kysličníku uhličitého. Tato skutečnost způsobuje nízký poměr mezi současným fotosyntetickým příjmem kysličníku uhličitého a transpiračním výdejem vodní páry listovým povrchem. Ani příroda ani člověk nedokázali vytvořit materiál s příznivou selektivní permeabilitou, tj. vysokou pro  $\text{CO}_2$  a nízkou pro vodní páru.

Pohyby průduchů ovlivňují transpiraci a fotosyntetický příjem  $\text{CO}_2$  různou měrou. Transpirace je ovlivňována prakticky lineárně vodivostí průduchů počínaje plným otevřením průduchů. Rychlosť fotosyntetického příjmu  $\text{CO}_2$  naopak dík kinetice nasycení příjmu  $\text{CO}_2$  ve vztahu ke koncentraci  $\text{CO}_2$  v intercelulárách klesá teprve při podstatném přívření průduchů; citlivost příjmu  $\text{CO}_2$  je nepřímo úměrná čtverci vodivosti průduchů. Tato různá změna citlivosti fotosyntézy a transpirace při poklesu vodivosti průduchů je tedy způsobem, kterým mechanismus zpětných vazeb ovlivňujících stav průduchů řeší uvedené hlavní dilema výměny plynů suchozemských rostlin.

Náhlé změny vnějších faktorů, pokud ovlivňují stav průduchů (změna vlhkosti vzduchu a záření, především přes transpiraci, změna vnější koncentrace  $\text{CO}_2$ ) mohou vyvolat při posunu fáze reakce průduchů oscilace s různě dlouhou amplitudou. Matematické modely ukázaly, že tyto oscilace, které existují normálně i v přirozených podmírkách, mohou např. příznivě ovlivnit poměr mezi fotosyntézou a transpirací a kromě toho jsou pravděpodobným výrazem hledání optimální situace při měnících se ekologických situacích, kdy homeostase není nutně nejlepším řešením.

### 3. Vliv vodního deficitu na fotosyntetický příjem $\text{CO}_2$ .

Ovlivnění fotosyntetického příjmu kysličníku uhličitého vodním deficitem uzavíráním průduchů je na snadě. Zpětné vazby existují přes změnu turgoru v okolních epidermálních buňkách, přes hydropasivní změnu turgoru svěracích buněk ztrátou vody lokalizovanou na svěrací buňky a buněky sousední a přes působení kyseliny abscisové, která je syntetizována při určitém vodním deficitu v mezofylárních buňkách.

Při otevřených průduších malé změny jejich amplitudy jen nepatrně ovlivňují fotosyntetický příjem  $\text{CO}_2$ . Teprve snížení vodivosti průduchů asi na polovinu vyvolává podstatnější pokles. Vzestup vodního deficitu zpočátku ovlivňuje vodivost průduchů nepodstatně, teprve překročení již zmíněné prahové hodnoty způsobuje poměrně strmý pokles vodivosti.

Další část transportní cesty  $\text{CO}_2$  ke karboxylačním centrám v listu, tj. zbytek cesty v plynné fázi v intercelulárách není vodním deficitom prakticky ovlivněn. Teprve při značně vysokých deficitech a současně vysoké rychlosti transpirace může být deficitem snížena rychlosť rozpouštění plynného  $\text{CO}_2$  ve vodě intercelulárních buněčných stěn. Intracelulární (tzv. mezfylární) difúzní seriální odpory mohou ovlivnit transport  $\text{CO}_2$  v kapalné fázi buď difúzí jako takovou nebo konvekční složku transportu (cyklosa cytoplasmy) nebo posléze enzymatickým transportem. Většina experimentálních výsledků při vyloučení vlivu průduchů hovoří o tom, že fotosyntéza byla ovlivněna podstatně teprve při velmi vysokých vodních deficitech. U některých poikilohydrických rostlin byla zjištěna linearita fotosyntézy s vodním deficitem ve velkém nebo v celém rozsahu, počínaje i malými vodními deficity.

Při experimentování i zobecňujících úvahách nutno rozlišovat aktuální vliv vodního deficitu a postefekt předchozího deficitu, který způsobil strukturní změny přetrvávající dále. V mnoha případech se zdá, že i středně velké vodní deficity vyvolávají dlouhopersistující strukturální změny, které jsou při zpětném nasycení vodou plně vymazány teprve vznikem nových struktur, tj. vlastně novou diferenciaci, rekonstrukcí, novým růstem. Platí to jak na úrovni submikroskopické, tak mikro a makroskopické.

#### 4. Různé typy karboxylačních mechanismů vyšších rostlin.

Zjištění, že prvním produktem karboxylace nemusí být vždy kyselina fosfoglycerová ( $\text{C}_3$ , trojuhlíkatá látka) jako je tomu v Calvin-Bensonově cyklu, nýbrž kyselina oxaloctová a malát, tedy  $\text{C}_4$  sloučeniny (Hatch-Slackův cyklus), vedlo k podrobnému screeningu karboxylačních cest různých rostlin. Při něm se postupně přišlo na to, že se rostliny, obsahující různé karboxylační enzymy (tj. buď jen ribulosodifosfátkarboxylázu ( $\text{C}_3$ ) nebo především fosfoenolpyruvátkarboxylázu ( $\text{C}_4$ ) liší i mnoha jinými vlastnostmi nejen biochemickými, nýbrž i anatomickými, fyziologickými a ekologickými.

$C_4$  rostliny, k nimž patří tzv. tropické trávy (kukuriče, Sorghum, cukrová třtina, Panicum a další) a některé další druhy bez zvláštního ohledu na systematické zařazení, mají tzv. "Kranzanatomie", tj. výraznou pochvu cévních svazků s buňkami plnými agranálních chloroplastů, nižší rychlosť transpirace, vyšší maximální čistý příjem  $CO_2$ , a produkci sušiny, vyšší teplotní optimum fotosyntézy (fosfoenolpyruvát-karboxylázy) i růstu, vysokou rychlosť translokace fotosyntátů z listu, podstatně vyšší nároky na zářivou energii při nasycení fotosynteticky aktivním záření, vyšší poměr chlorofylu a/b a především nevykazují měřitelnou fotorespiraci. tj. při snížení koncentrace vzdušného kyslíku se nevyvějuje čistý fotosyntetický příjem  $CO_2$ . Fosfoenolpyruvátkarboxyláza, lokalizovaná v normálních mezofylárních buňkách s granálními chloroplasty, má vysokou afinitu (nízkou konstantu Michaelis-Mentenové) k  $CO_2$ , takže kompenсаční koncentrace  $C_4$  rostlin je blízká nule. Karboxylační produkty jsou zde ve formě malého transportovány především plasmodesmální cestou do buněk cévní pochvy, kde je v chloroplastech malát dekarboxylován a uvolněný  $CO_2$  ve velké lokální koncentraci pak znova použit ribulosodifosfátkarboxylázou pro karboxylaci v "normálním" Calvin-Bensonově cyklu. Mechanismus celé karboxylace je tedy složitější - dvoustupňový, spojený s mezibuněčným transportem, pracuje však s větším celkovým gradientem  $CO_2$  (kompenсаční bod je téměř nulový). Především však u  $C_4$  rostlin neexistuje fotorespirace, která u  $C_3$  rostlin odebírá z produktů fotosyntézy značný podíl (20 až 50 %).

Hlavní výhody  $C_4$  rostlin, především velká afinita počáteční karboxylázy k  $CO_2$  a absence měřitelné fotorespirace jsou však v podmínkách mírného klimatického pásma, bohužel, do značné míry kompensovány hlavně vysokým teplotním optimem fotosyntézy i růstu a vysokou sytící hustotou ozáření. Znamená to, že potenciální přednosti  $C_4$  rostlin nejsou v našich podmínkách většinou plně využity.

Kromě obou uvedených typů karboxylace existuje ještě třetí karboxylační typ, především u sukulentních rostlin

(Cactaceae, Crassulaceae, Bromeliaceae, aj.), kde dvojí karboxylece známá z C<sub>4</sub> rostlin (kde je oddělena prestorově do chloroplastů normálních mezofylárních buněk a do agranálních chloroplastů buněk čévních pochev) je oddělena časově : V noci ve tmě se při otevřených průduších přijímá CO<sub>2</sub>, fosfoenolpyruvátkarboxyláze a dalšími enzymy vzniká malát a další organické kyseliny, ukládané do vakuu, které jsou pak následujícího dne na světle dekarboxylovány a uvolněný CO<sub>2</sub> opět ribulosodifosfátkarboxylázou redukován a zpracován Calvin-Bensonevým cyklem. Časové oddělení příjmu kysličníku uhličitého (v noci) a fotosyntetická karboxylace (ve dne) umožňuje sukulenty, rostoucí převážně v extrémně aridních podmínkách, úspěšně řešit již uvedené dilema výměny plynů : Ve dne, kdy jsou nároky prostředí na ztrátu vody největší, mohou mít uzavřené průduchy bez snížení celkové fotosyntézy. Ovšem celý takto uspořádany systém není fotosynteticky příliš výkonný : maximální rychlosti čisté fotosyntézy jsou nižší než desetinové oproti C<sub>3</sub> rostlinám.

Syndrom vlastnosti C<sub>4</sub> rostlin má zřejmě adaptivní charakter na teplejší a sušší podmínky. Byť by hlavní rozdíl uvedených typů spočíval v karboxylačních cestách fotosyntézy, je jejich fyziologický i praktický význam především ve vztahu těchto typů k ekologickým podmínkám.

НЕКОТОРЫЕ ИНТЕРЕСНЫЕ И ВАЛЕНТНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНОГО РЕЙМА  
И ФОТОСИНТЕЗА

Богдан Славик

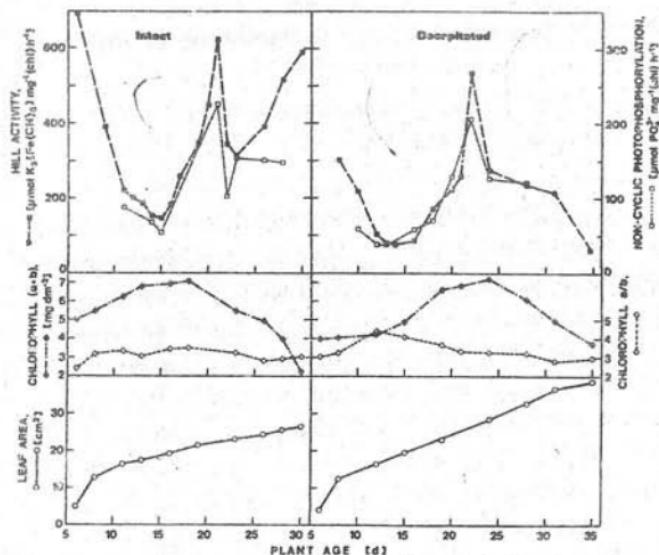
Представлены и дискутируются новейшие представления о транспорте воды в системе почва - растение - атмосфера, о механизме и функционировании устьиц, о влиянии водного дефицита на фотосинтетическое поглощение  $\text{CO}_2$  и о разных типах механизма карбоксилирования у высших растений.

## FOTOCHEMICKÉ REAKCE FOTOSYNTÉZY BĚHEM ONTOGENESE LISTU

Zdeněk Šesták, Jan Zima, Helena Strnadová  
a Naďa Wilhelmová

167 let po PRIESTLEYOVU objevu fotosyntézy popsal HILL (4) první fotochemickou reakci fotosyntézy. Trvalo dalších 13 let, než CLENDENNING a GORHAM (2) zjistili, že se aktivita Hillovy reakce vztažená na jednotkové množství chlorofylu v izolovaných chloroplastech mění se stářím a velikostí listu. Tento ontogenetický chod byl zaznamenán dosud ve více než 50 publikacích; kvantitativní ontogenetické změny v aktivitě fotosystému (PS) 1 (Mehlerovy reakce) a fotosyntetických fosforejlci byly sledovány méně často, zřejmě protože je stanovení těchto fotoreakcí metodicky náročnější. Přehled literatury (12) ukazuje, že většinou byly srovnávány listy jen ve dvou nebo ve třech fázích ontogenese (mladé - dospělé - staré) nebo listy z několika inserčních hladin (horní - střední - dolní). Taková srovnání budí dojem, že ontogenetické změny aktivit fotochemických reakcí fotosyntézy mají obdobný obecný charakter jako ontogenetické změny v množství chlorofylů (přehled : (11)) a karotenoidů (přehled : (14)), tj. vztah k maximu následovaný poklesem.

Podrobnější sledování vývoje primárních listů fazolu během kultivace v řízených podmínkách prostředí však ukázalo (8, 13, 15, 18, 19), že v době po rozvinutí listu vyzkazují isolované chloroplasty vysoké aktivity PS 1 a PS 2 i nocyklické fotofosforylace na jednotku množství chlorofylů ( $a+b$ ) (obr.1). Následující pokles všech sledovaných aktivit je vystřídán výrazným druhým maximem obvykle po dosažení maxima listové plochy a obsahu chlorofylu. Druhý pokles aktivit je někdy ukončen méně výrazným maximem předcházejícím konec metabolické aktivity listu. Obdobné ontogenetické změny byly pozorovány u chloroplastů z listů hrachu a fazolu (20, 21), pochev svazků cévních listů kukuřice (1) a děloh tykve (3). Uvedený charakter ontogenetických



Obr. 1. Hillova reakce, necyklická fotofosforylace a listové charakteristiky za ontogeneze primárních listů fazole (18).  
 Fig. 1. Hill activity, non-cyclic photophosphorylation and leaf characteristics during ontogenesis of primary leaves of French bean (18).

změn se neměnil s kultivarem fazolu (cv. Jantar a cv. Harzgruss) (18, 19), nebyl vyvolán metodami stanovení (u PS 2 spektrofotometrie s ferrikyanidem nebo dichlorfenolindofenolem nebo amperometrie s ferrikyanidem - (8)), hustotou zářivého toku během stanovení (18) ani pH reakčního media (19).

V průběhu ontogenese listu se celkově snižoval poměr aktivit PS 1/PS 2 (7, 18), což je ve shodě s kvantitativními změnami obsahu částeček obohacených PS 1 nebo PS 2, které byly isolovány z chloroplastů různě starých listů ředkvičky a špenátu (9, 10) a se změnami v obsahu P 700 (pigmentu reakčního centra PS 1) a charakteristikami kruhového dichroismu intaktních chloroplastů (16). PS 2 vždy citlivěji reaguje na různé činitely, např. vodní deficit (7) nebo hladinu kultivačního ozáření (17) než PS 1. Měření změn PS 2 prokázala, že v průběhu ontogenese chloroplasty nabývají stínobytý charakter (18).

Důvod pro výskyt výrazného druhého maxima fotochemických aktivit dosud není jasný; možné jsou změny velikosti fotosynthetické jednotky (6, 16) i pevnosti a propustnosti vnější membrány chloroplastů pro umělé akceptory elektronů (5). Tato sledování budou spolu s určením závislosti mezi aktivitou fotochemických reakcí a fotosyntetickou výměnou plynů předmětem našeho dalšího studia.

1. Andersen, K.S., Bain, J.M., Bishop, D.G., Smillie, R.M., Plant Physiol. 49 (1972), 461-466. - 2. Clendinning, K.A., Gorham, P.R., Can.J.Res. 28C (1950), 114-139. - 3. Harmisch-feger, G., Z.Pflanzenphysiol. 71 (1974), 301-312. - 4. Hill, R., Nature 139 (1937), 881-882. - 5. de Jong, D.W., Wood-lief, W.G., Tobacco Sci. 18 (1974), 105-107. - 6. Keresztes, Á., Faludi-Dánél, Á., Acta biol.Acad.Sci.hung. 24 (1973), 175-189. - 7. Pospíšilová, J., Zima, J., Šesták, Z., Biol.Plant. 18 (1976), 473-479. - 8. Strnadová, H., Šesták, Z., Photosynthetica 8 (1974), 130-133. - 9. Šesták, Z., Photosynthetica 3 (1969), 285-287. - 10. Šesták, Z., Carnegie Inst.Year Book 68 (1970), 572-574. - 11. Šesták, Z., Photosynthetica 11 (1977a), v tisku. - 12. Šesták, Z., Photosynthetica 11 (1977b), v tisku. - 13. Šesták, Z., in: Metzner, H. (ed.), Photosynthetic Oxygen Evolution, v tisku, Academic Press (London), 1977. - 14. Šesták, Z., Photosynthetica 12 (1978), v tisku. - 15. Šesták, Z., Čatský, J., Solárová, J., Strnadová, H., Tichá, I., in : Nasirov, Yu.S., Šesták, Z. (ed.), Genetic Aspects of Photosynthesis, 159-166, Dr.W.Junk b.v. Publ. (The Hague), 1975. - 16. Šesták, Z., Demeter, S., Photosynthetica 10 (1976), 182-187. - 17. Šesták, Z., Solárová, J., Zima, J., Václavík, J., Biol.Plant. 20 (1978), v tisku. - 18. Šesták, Z., Zima, J., Strnadová, H., Photosynthetica 11 (1977), 282-290. - 19. Šesták, Z., Zima, J., Wilhelmová, N., Photosynthetica 12 (1978), v tisku. - 20. Večer, A.S., Lebeděva, T.D., Dokl.Akad.Nauk belorus.SSR 11 (1967), 727-730. - 21. Večer, A., Lebeděva, T.I., Rajcina, G.I., Dokl.Akad.Nauk belorus. SSR 11 (1967), 451-454.

## ФОТОХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА ВО ВРЕМЯ ОНТОГЕНЕЗА ЛИСТА

Зденек Шестак, Ян Зима, Гелена Страндова и Надя Вилгельмова

Активности /в пересчете на содержание хлорофилла/ фотосистемы /ФС/ 1, ФС 2 и нециклического фотофосфорилирования претерпевают одновременные периодические изменения в течение онтогенеза первичных листьев фасоли. Первый максимум наблюдается после расправления листьев, и затем следует спад. Второй хорошо выраженный максимум появляется, как правило, после достижения наибольшего размера листа и максимума содержания хлорофиллов / $a+b$ /. Конечное снижение активностей иногда заменяется третьим максимумом, предваряющим конец метаболической деятельности листа. Подобный ход онтогенеза не зависит от метода определения, значения pH реакционной смеси, уровня освещенности во время определения или от сорта растения. Наблюдаемые изменения, включая непрерывное уменьшение отношения активностей ФС 1 /ФС 2, находятся в согласии с изменениями количества хлоропластных фрагментов, обогащенных ФС1 или ФС 2, с изменениями содержания P700 и с изменениями кругового диахроизма хлоропластов.

REGULACE FOTOSYNTETICKÉ AKTIVITY LISTU  
FAZOLU JEHO ANATOMICKOU STRUKTUROU  
A TRANSPORTEM  $\text{CO}_2$  V MEZOFYLU

Ingrid Tichá a Jiří Čatský

Fotosyntetická aktivita listu je určována mnoha faktory a pochody v rostlině a prostředí. V prvním přiblížení lze všechny tyto faktory a pochody rozdělit do dvou skupin proměnných, které v zásadě určují aktuální příjem  $\text{CO}_2$  neboli čistou rychlosť fotosyntézy,  $P_N$ : 1) série vodivostí pro přenos  $\text{CO}_2$  v plynné fázi (v hraniční vrstvě vzduchu u listu, v průduších a mezibuněčných prostorách listu) a 2) série vodivostí pro přenos  $\text{CO}_2$  v kapalné fázi (v buňkách listového mezofylu a jejich organelách) a aktivita fotochemických a připojených biochemických reakcí, které se shrnují pod pojmem intracelulární (dříve mezofyllové) vodivosti,  $g_m$ . Rozlišuje se na transportní část  $g_m$  (vodivostí pro přenos  $\text{CO}_2$ ) a chemickou část, tzv. karboxylační vodivost  $g_x$  (např. 3, 4, 5).

V dřívější práci (2) jsme zjistili, že  $P_N$  u primárních listů fazolu (*Phaseolus vulgaris L.*, cv. Jantar; rostliny pěstované v klimatizované komoře) sleduje během ontogeneze obecně známý chod, tj. stoupá u rozvíjejícího se listu do dosažení maxima fotosyntetické aktivity a pak postupně klesá. Z výpočtu jednotlivých vodivostí pro přenos  $\text{CO}_2$  pomocí analogového modelu fotosyntézy listu vyplynulo, že žádné z nich nelze připsat jednoznačně větší význam pro limitaci  $P_N$  během celé ontogeneze listu, významnost jednotlivých vodivostí se však během ontogeneze listu mění (2). Dosavadní poznatky naznačují, že za optimálních podmínek, kdy průduchy jsou plně otevřeny a fotochemické reakce fotosyntézy nasyceny světlem, může intracelulární vodivost  $g_m$  hrát značnou úlohu při limitaci  $P_N$ ; proto jsme se zaměřili na hlubší rozbor  $g_m$ , především její transportní složky.

V první řadě jsme sledovali, do jaké míry může anatomická stavba listového mezofylu limitovat přenos  $\text{CO}_2$ . Anatomická část transportní složky intracelulární vodivosti  $g_m(\text{anat})$  byla vyčíslena na základě rozměrů difúzní dráhy  $\text{CO}_2$  v listu a fyzikálních

zákonů difuze (6, 7, 9). Příslušné parametry byly měřeny na příčných řezech listem a na paradermálních řezech listovým mezofylem u primárních listů fazolu.  $\text{g}_m(\text{anat})$  klesá po rozvinutí listu, dosahuje minimální hodnoty mezi 10. a 12. dnem po vysetí a dále pomalu stoupá, což je způsobeno hlavně zkracováním délky difúzní dráhy  $\text{CO}_2$  od povrchu mezofylové buňky do karboxylačních center v chloroplastech a zvětšováním vnitřního povrchu listu. Hodnoty  $\text{g}_m(\text{anat})$  reprezentují jistou hypotetickou maximální vodivost pro transport  $\text{CO}_2$  v kapalné fázi v mezofylových buňkách. Z ontogenetického chodu  $\text{g}_m(\text{anat})$  vyplývá, že anatomická stavba listu může limitovat fotosyntetickou aktivitu u listů s kompaktním uspořádáním mezofylu. Pokračující provzdušňování listu, zvětšování vnitřního povrchu listu a vakuolizace mezofylových buněk znamenají vzestup  $\text{g}_m(\text{anat})$  během ontogeneze listu. Z porovnání  $\text{g}_m(\text{anat})$  s  $\text{g}_M$  vypočteným z geometrické analýzy výměny plynů (2) vyplývá obdobný ontogenetický chod obou veličin zhruba během poloviny délky životu primárního listu fazolu, a to hlavně v období jeho fotosyntetické dospělosti (maximální fotosyntetické aktivity). To podporuje hypotézu, že v tomto úseku ontogeneze listu je transport  $\text{CO}_2$  do karboxylačních center důležitou limitací fotosyntézy při nasycení světlem a optimálním zásobení rostliny vodou. Proto jsme se v dalším zaměřili na studium závislosti  $P_N$  na koncentraci  $\text{CO}_2$ .

Závislost  $P_N$  na koncentraci  $\text{CO}_2$ , měřená v uzavřeném systému (1), je v rozmezí  $100 - 1200 \times 10^{-6} \text{ kg m}^{-3}$  (cca. 55 - 700 vpm)  $\text{CO}_2$  při nasycení světlem lineární. Během ontogeneze listu je závislost stále strmější až do dosažení maximální fotosyntetické aktivity listu, pak se postupně snižuje až do nulové  $P_N$ . Ontogenetický chod  $P_N$  při různých koncentracích  $\text{CO}_2$  je obdobný s maximální  $P_N$  kolem 11. dne po výsevu. U starých listů však dosažení negativní fotosyntetické bilance velmi závisí na koncentraci  $\text{CO}_2$ : Zatímco při  $500 - 600 \times 10^{-6} \text{ kg m}^{-3}$   $\text{CO}_2$  končí aktivní čistý příjem  $\text{CO}_2$  listu 21. - 22. den po výsevu, při dvojnásobné koncentraci  $\text{CO}_2$  nastupuje negativní bilance, tj. převažující dýchání nad fotosyntézou až později - 23. - 25. den po výsevu. Zvýšeným gradientem  $\text{CO}_2$  lze tedy

prodloužit pozitivní fotosyntetickou bilanci listu, lze na určitou dobu překonat ontogenetický pokles  $P_N$ . To může být významné i z hlediska produkce celé rostliny. Výsledky dokazují důležitost transportní složky  $g_M$  a naznačují, že fotochemické a biochemické reakce fotosyntézy v tomto období ontogeneze listu jsou ještě aktivní, jsou schopny zpracovat i větší množství dodaného kysličníku uhličitého; např. aktivity fotosystému I a 2 chloroplastů isolovaných z primárních listů fazolu vykazují ke konci ontogeneze listu dokonce ještě jedno maximum své aktivity (8). Dostatečného přísunu  $CO_2$  ke karboxylačním centrům lze dosáhnout zvýšením gradientu  $CO_2$  mezi vnější atmosférou listu a karboxylačními centry na zhruba jedenapůl už dvojnásobek.

1. Čatský, J., Tichá, L., Biol. Plant. 17 (1975), 405-410. -
2. Čatský, J., Tichá, L., Solárová, J., Photosynthetica 10 (1976), 394-402. - 3. Chartier, P., Chartier, M., Čatský, J., Photosynthetica 4 (1970), 48-57. - 4. Jarvis, P. G., In: Šesták, Z., Čatský, J., Jarvis, P. G. (ed.), Plant Photosynthetic Production, Manual of Methods, 566-631, Dr. W. Junk N.V. Publ., (The Hague), 1971. - 5. Jones, H. G., Slatyer, R. O., Plant Physiol. 50 (1972), 283-289. - 6. Laisk, A., Oya, V., Rakhi, M., Fiziol. Rast. 17 (1970), 40-48. - 7. Rackham, O., In: Bainbridge, R., Evans, G. C., Rackham, O. (ed.), Light as an Ecological Factor, 167-185, Blackwell Sci. Publ., (Oxford - Edinburgh), 1966. - 8. Šesták, Z., Zima, J., Strnadová, H., Photosynthetica 11 (1977), 282-290. - 9. Tichá, L., Čatský, J., Photosynthetica 11 (1977), v tisku.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛИСТА  
ФАСОМ ЕГО АНАТОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ И ТРАНСПОРТОМ  $\text{CO}_2$   
В МЕЗОФИЛЛЕ

Ингрид Тиха и Иржи Чатски

При помощи аналоговой модели изучали внутренние факторы, ограничивающие фотосинтез первичных листьев фасоли в течение их онтогенеза. Было найдено, что ни одна из проводимостей для транспорта  $\text{CO}_2$  не играет определяющей роли в лимитировании чистой скорости фотосинтеза при насыщении ФАР и при оптимальном снабжении листа водой.

Из структурных параметров листового мезофилла, измеряемых на поперечных и парадермальных срезах листа, была вычислена физическая транспортная составляющая внутреклеточной проводимости для транспорта  $\text{CO}_2$  в жидкой фазе —  $\text{g}_{\text{ш/анат}}$ . Вычисленное  $\text{g}_{\text{ш/анат}}$  снижается после расправления листа, и затем медленно повышается. Абсолютные величины и сногенетические изменения  $\text{g}_{\text{ш/анат}}$  у взрослых листьев приближаются к величинам общей внутреклеточной проводимости, определяемой при помощи инфракрасного анализа обмена  $\text{CO}_2$  и водяного пара. Из этого следует, что анатомическая структура листа является ограничивающим фактором фотосинтеза у листьев с компактной организацией мезофилла.

В диапазоне с 100 до  $1200 \times 10^{-6}$  кг  $\text{m}^{-3}$   $\text{CO}_2$  была найдена линейная зависимость между чистой скоростью фотосинтеза и концентрацией  $\text{CO}_2$ . Наклон кривых зависит от возраста листьев. Понижение чистой скорости фотосинтеза у старых листьев может быть преодолено повышением градиента  $\text{CO}_2$  между окружавшим воздухом и центрами карбоксилирования. Этим можно достигнуть продолжения периода с положительным углеродным балансом листа.

Результаты подтверждают большое значение транспорта  $\text{CO}_2$  в лимитировании чистой скорости фотосинтеза.

## LIMITACE FOTOSYNTÉZY HYDRATAČNÍ ÚROVNĚ LISTOVÉHO MEZOFYLU.

Jana Pospíšilová, Jiří Čatský, Jarmila Solárová, Zdeněk Šesták,  
Ingrid Tichá, Jiří Václavík, Jan Zima

Nedostatek vody je často faktorem limitujícím tvorbu biomasy a tím i produkci rostlin. Kromě inhibice růstových procesů se na této skutečnosti významnou měrou podílí i snížení rychlosti fotosyntézy. Pokles rychlosti fotosyntézy při nedostatku vody je často výhradně přičítán uzavírání průduchů. Tomu nasvědčují určité shody v reakci fotosyntézy a transpirace nebo fotosyntézy a stomatární vodivosti na postupné snížování hydratační úrovně listového mezofylu zjištované během vadnutí rostlin. V detailnějších studiích fotosyntézy vadnoucích listů, např. při různých hustotách ozáření, koncentracích  $\text{CO}_2$ , teplotách (např. 21, 19, 1, 2, 3, 7, 16, 10, 9, 12) však nacházíme řadu nepřímých důkazů pro negativní působení vodního deficitu i na jiné procesy účastnící se ve fotosyntéze. Také u chloroplastů izolovaných z vadnoucích listů byla zjištěna inhibice aktivity fotosystému 1 i 2, transportu elektronů, cyklické a necyklické fotofosforylace a rychlosti karboxylačních reakcí (např. 17, 5, 6, 4, 20, 15, 13, 8, 11).

Během vadnutí primárních listů *in situ* byla proto současně měřena rychlosť fotosyntézy ( $P_n$ ), transpirace (E), fotorespirace ( $R_L$ ), vodivost abaxiální a adaxiální epidermis pro transport plynů ( $g_{ep}$  abax resp.  $g_{ep}$  adax), poměr chlorofylu a/b a aktivity fotosystémů 1 a 2 izolovaných chloroplastů. Hydratační úroveň listového mezofylu byla charakterizována hodnotami vodního potenciálu ( $\psi_w$ ), osmotického potenciálu, tlakového potenciálu a vodního sytostního deficitu.

Při postupném snížování  $\psi_w$  nebyly  $P_n$  i E zpočátku ovlivněny, ale od určité hodnoty  $\psi_w$  (-8.2 až -9.2 × 10<sup>5</sup> Pa) prudce klesaly. Vodivost abaxiální epidermis s vyšší hustotou průduchů byla v optimálních podmínkách o 50% vyšší než  $g_{ep}$  adax, jejich reakce na vodní deficit však byla stejná: obě  $g_{ep}$  zprvu mírně stoupaly, pravděpodobně díky vzájemnému působení mezi svéracími buňkami průduchů a ostatními epidermálními buňkami, dosáhly plato a pak klesaly s maximální rychlosťí  $1.10 \times 10^{-6} \text{ cm s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  pro  $g_{ep}$  adax a  $1.55 \times 10^{-6} \text{ cm s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$  pro  $g_{ep}$  abax téměř k nule. Při stejných "kritických" hodnotách  $\psi_w$  docházelo jak k poklesu  $P_n$ , E tak i obou  $g_{ep}$  (18).

Při snížování  $\psi_w$  pod kritickou hodnotu současně s poklesem  $g_{ep}$

docházelo i k poklesu intracelulární vodivosti ( $g_M$ ), tedy na poklesu  $P_n$  se kromě snížení  $g_{ep}$  podílí i snížení  $g_M$ . Vlivem vodního deficitu docházelo též k prudkému zvýšení kompenzační koncentrace  $\text{CO}_2$  při současném snížení  $R_L$ , což je možné považovat za další nepřímý důkaz působení sníženého  $\psi_w$  i na jiné procesy než je zavírání průduchů.

U chloroplastů izolovaných z vadnoucích listů fazolu ( $\psi_w$  v rozmezí  $-5$  až  $-14 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) aktivita obou fotosystémů klesala lineárně se snížováním  $\psi_w$ . Pokles aktivity fotosystému 2 byl větší (34.6 %) než pokles aktivity fotosystému 1 (22.6 %). Působením sníženého  $\psi_w$  docházelo též k poklesu poměru chlorofylu a/b charakterizujícímu změnu složení fotochemického aparátu (14).

Výsledky ukazují, že inhibice fotosyntézy vodním deficitem zahrnuje jak snížení rychlosti transportu  $\text{CO}_2$  z atmosféry ke karboxylačním centrům v chloroplastech tak i snížení aktivity chloroplastu a k ovlivnění všech těchto procesů dochází při hodnotách  $\psi_w$ , běžně se vyskytujících v přírodě i v laboratoři. Jejich podíl závisí na řadě ostatních faktorů; např. při nízkém ozáření je pro  $P_n$  limitující snížení aktivity chloroplastů, zatímco při vysokém ozáření snížení  $g_{ep}$ .

Mechanismus působení vodního deficitu listového pletiva na epidermální vodivost se v současné době vysvětluje třemi teoriemi (3):

a/ Snížením  $\psi_w$  postupně ve všech buňkách listového pletiva dochází ke zmenšení gradientu tlakového potenciálu mezi svěracími buňkami průduchů a okolními epidermálními buňkami (vzniklého snížení osmotického potenciálu ve svěracích buňkách absorbcí  $K^+$  nebo produkcí organických kyselin) a tím i k zavírání průduchů.

b/ Snížením  $\psi_w$  listového pletiva se inhibuje v chloroplastech svěracích buněk cyklická fotofosforylace, která dodává energii pro akumulaci  $K^+$ .

c/ Při snížení  $\psi_w$  listového pletiva stoupá prudce koncentrace kyseliny abscisové, která působí zavírání průduchů pravděpodobně ovlivněním transportu  $K^+$ .

Důkaz mechanismu vlivu vodního deficitu na aktivitu chloroplastů ztroskotává dosud na metodických obtížích. Nebyla vypracována ani metoda měření  $\psi_w$  membrán thylakoidů ani aktivity fotosystémů přímo ve vadnoucích listech. Ze srovnání působení  $\psi_w$  in vivo s působením osmotik in vitro (5) vyplývá, že se nejedná o přímý vliv snížení volné energie vody. Změny struktury chloroplastů byly pozorovány až při velmi nízkých hodnotách  $\psi_w$  (3). Také kyselina abscisová v koncentraci vyvolávající zavírání průduchů

neměla vliv na aktivitu fotosystému I ani II v chloroplastech izolovaných z primárních listů fazolu při okamžitém nebo dlouhodobém (22 h) působení.

1. Boyer, J.S., Plant Physiol. 46/1970/, 236-239. - 2. Boyer, J.S., Plant Physiol. 48/1971/, 532-536. - 3. Boyer, J.S., In: Kozlowski, T.T. (ed.): Water Deficits and Plant Growth. Vol. IV. Pp. 153-190. Acad. Press, /New York-San Francisco-London: 1976. - 4. Boyer, J.S., Bowen, B.L., Plant Physiol. 45/1970/, 612-615. - 5. Fry, K.E., Plant Physiol. 45/1970/, 465-469. - 6. Fry, K.E., Crop Sci. 12/1972/, 698-701. - 7. Hansen, G.K., Acta Agr. Scand. 21/1971/, 163-171. - 8. Keck, R.W., Boyer, J.S., Plant Physiol. 53/1974/, 474-479. - 9. Lange, O.L., Kappen, L., Schulze, E.-D., Water and Plant Life. Springer-Verlag, /Berlin-Heidelberg-New York/, 1976. - 10. Lawlor, D.W., Photosynthetica 10/1976/, 378-387. - 11. Mohanty, P., Boyer, J.S., Plant Physiol. 57/1976/, 704-709. - 12. Pham Thi, A.T., Vieira da Silva, J.B., In: Moyse, A. (ed.): Les Processus de la Production Végétale Primaire. Pp. 183-202, Gauthier-Villars, /Paris/, 1977. - 13. Plaut, Z., Bravdo, B., Plant Physiol. 52/1973/, 28-32. - 14. Pospíšilová, J., Zima, J., Šesták, Z., Biol. Plant. 18/1976/, 473-479. - 15. Potter, J.R., Boyer, J.S., Plant Physiol. 51/1973/, 993-997. - 16. Redshaw, A.J., Meidner, H., J. exp. Bot. 23/1972/, 229-240. - 17. Santarius, K.A., Heber, U., Planta 73/1967/, 109-137. - 18. Solárová, J., Václavík, J., Pospíšilová, J., Biol. Plant. 19/1977/, 59-64. - 19. Troughton, J.H., Aust. J. biol. Sci. 22/1969/, 289-302. - 20. Vieira da Silva, J.B., Veitkamp, J., C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. D 271/1970/, 1367-1379. - 21. Wardlaw, I.F., Aust. J. biol. Sci. 20/1967/, 25-39.

ЛИМИТИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕЗА ГИДРАТАЦИОННЫМ  
УРОВНЕМ ЛИСТОВОЙ ТКАНИ.

Яна Поспишилова, Иржи Чатски, Ярмила Соларова, Зденек  
Шестак, Ингрид Тиха, Иржи Вацлавик, Ян Зима

Скорость чистого фотосинтеза, фотодыхания и транспирации, проводимость обеих эпидермисов, активности фотосистем 1 и 2 и отношение хлорофиллов а/б измерялись в течение завядания растений фасоли. Степень завядания первичных листьев охарактеризовали дефицитом водного насыщения и водным, осмотическим и тургорным потенциалами.

Реакции фотосинтеза, транспирации и проводимости эпидермисов на понижение водного потенциала практически одинаковы: при не слишком большом дефиците скорости фотосинтеза и транспирации не изменялись, проводимость эпидермисов даже немножко повышалась, но после достижения критической величины водного потенциала / одинаковой для обеих эпидермисов / наблюдался их резкий спад. В том же диапазоне водного потенциала понижалась тоже проводимость мезофилла и скорость фотодыхания, и повышалась компенсационная концентрация  $\text{CO}_2$ . Понижение водного потенциала листьев с -5 до  $-14 \times 10^5$  Ра вызвало понижение активности обеих фотосистем / активность фотосистемы 2 понижалась больше чем активность фотосистемы 1 / и уменьшение отношения хлорофиллов а/б.

Эти результаты показали, что понижение фотосинтеза под влиянием водного дефицита не только вследствие закрытия устьиц и понижения скорости диффузии  $\text{CO}_2$ , но и вследствие ингибирования активности хлоропластов. Величины водного потенциала, вызывающие понижение скоростей почти всех процессов фотосинтеза, часто встречаются в природе или в лаборатории.

# VLIV STÁŘÍ AMPISTOMATICKÝCH LISTŮ NA FOTOSYNTETICKÝ PŘÍJEM CO<sub>2</sub> A TRANSPIRACI

Jiří Václavík

Cesta přenosu CO<sub>2</sub> během procesu fotosyntézy z okolního vzduchu do reakčních center v chloroplastech je v některých úsecích shodná s cestou vodní páry při transpiraci. Výměna CO<sub>2</sub> a vodní páry mezi listem a vnější atmosférou je zajišťována především průduchy. Změny v otevření průduchů však nemusí ovlivňovat čistý příjem CO<sub>2</sub> /P<sub>N</sub>/ a výdej vodní páry /E/ ve stejném rozsahu, neboť CO<sub>2</sub> musí při svém transportu překonávat kromě odporu souvisejících s difusí průduchy /r<sub>s</sub>/ a intercelulárami /r<sub>i</sub>/ navíc ještě relativně velké odpory při difusi v kapalné fázi /r<sub>m</sub>/ a při vlastních fotochemických /r<sub>e</sub>/ a karboxylačních /r<sub>x</sub>/ reakcích.

Stomatární /r<sub>s</sub>+r<sub>i</sub>/ i vnitřní odpor pro fotosyntézu /r<sub>m</sub>+r<sub>e</sub>+r<sub>x</sub>/ se mohou stárnutím listů zvyšovat /1, 3, 7/. Výsledky pokusů s vlivem různého stáří listů tabáku podle insrece na vztah mezi P<sub>N</sub> a E /9/ ukázaly, že zvyšování vnitřního odporu pro fotosyntézu probíhalo v druhé polovině ontogenese listů rychleji než zvyšování stomatárního odporu. Svědčí o tom relativně nižší hodnoty poměru P<sub>N</sub>/E u starých listů ve srovnání s P<sub>N</sub>/E u středně starých a mladých listů.

Amfistomatické listy jsou jak anatomicky, tak fisiologicky anisolaterální. Anatomická odlišnost, patrná nejen u obou listových epidermis / hustota průduchů, struktura a skladba epidermálních buněk/, ale i u vnitřního mesofyllového pletiva, se projevuje v odlišném fysiologickém chování obou povrchů listů včetně výměny plynů /6/.

Zvyšování stomatárního odporu a vnitřního odporu pro fotosyntézu se stářím listů vyvolalo u tabáku pokles výměny plynů oběma listovými povrchními, měřené pro vrchní a spodní povrch odděleně /10/. Snižování poměru P<sub>N</sub>/E mělo

u vrchního i spodního povrchu listů obdobný průběh, avšak v průměru byly hodnoty poměru  $P_N/E$  u spodního povrchu výrazně vyšší. Hustota průduchů na obou epidermis s plošným růstem listů úměrně klesala a poměr hustoty průduchů na vrchní a spodní epidermis se se stářím listů příliš neměnil. Zdálo by se proto možné vysvětlovat rozdíly mezi oběma listovými povrhy u různě starých listů v E různou hustotou průduchů na vrchní a spodní epidermis. Avšak hodnoty poměru mezi E vrchním a spodním povrchem se se stářím listů zřetelně snižovaly, což ukazovalo na rozdíly resp. větší změny stomatárních odporů vrchního a spodního povrchu bez ohledu na hustotu průduchů. Vysvětlení podává morfologický model svěracích buněk průduchů u amfistomatických listů /2/, podle něhož jiné faktory /anatomické i fysiologické/ než hustota průduchů kontrolují difusní odpory obou epidermis. V souhlasu s výššími průměrnými hodnotami poměru  $P_N/E$  u spodního povrchu byly i hodnoty poměru mezi E vrchním a spodním povrchem v průměru vyšší než hodnoty obdobného poměru pro  $P_N$  /10/. Ukazuje to na přítomnost specifických odporů pro transport  $\text{CO}_2$  při příjmu vrchním povrchem listu. Jedná se zřejmě o vliv  $r_1$ , jehož modelová hodnota /4/ byla větší než analogická hodnota zjištovaná z difuse vodní páry. Velký  $r_1$  při difusi  $\text{CO}_2$  v plynné fázi mohl být v pokusech s tabákem /10/ způsoben jednak velkou tloušťkou vrchní epidermis, jednak, a to asi především, relativně větší vzdáleností mezi průduchy na vrchní epidermis. Vzhledem k celkové tloušťce listu mohly být mnohé buňky horních vrstev mezofylu de facto bliže průduchům na spodní epidermis a přispívat tak více k příjmu  $\text{CO}_2$  tímto povrchem. Snížení možnosti příjmu  $\text{CO}_2$  vrchním povrchem listu mohlo být ještě zvýrazněno nepříliš dobrou přizpůsobeností struktury horního mezofylu pro laterální difusi plynů intercelulárami /5/. Stále však zůstává možnost, i když dosud experimentálně neověřená, odlišné fotosynthetické aktivity horních a dolních vrstev mezofylu.

Anatomické a fysiologické rozdíly mezi listy různého

stáří podle sestupné inserce představují ontogenetický trend vývoje jednotlivých listů. Přitom se však vedle vlastního vlivu stáří listů a rostliny může u listů spodních pater projevit i vliv změněných vnějších podmínek, především ozáření, v důsledku vzájemného zastínování listů, k němuž v průběhu růstu rostlin dochází.

Srovnáním rozdílů v  $P_N$  a E daných sestupnou insercí /od nejmladšího 18. listu počínaje/ se změnami během odpovídajícího úseku ontogenese 18. nezastíněného listu tabáku pomocí plastochronového indexu /11/ bylo zjištěno, že zhoršující se podmínky ozáření v nižších horizontech ovlivnily relativně více E než  $P_N$ . Projevilo se to hlavně u E spodním povrchem, jejíž hodnoty se pohybovaly během sledovaného úseku ontogenese 18. listu při experimentální eliminaci vlivu zastínění přibližně ve stejném rozmezí, zatím co podle inserce se začaly po dosažení nevýrazného maxima u plošeň největších listů progresivně snižovat. U  $P_N$  došlo za daných kultivačních podmínek pouze k rychlojšímu snižování hodnot s klesající insercí listů ve srovnání s pozvolnějšími ontogenetickými změnami a relativně delším obdobím fotosynthetické zralosti /8/ 18. nezastíněného listu - zřejmě vzhledem k poměrně ranému nástupu celkového stárnutí listů u tabáku.

1. Čatský, J., Tichá, I., Solárová, J., Photos. 10 /1976/, 394-402. - 2. De Michele, D. W., Sharpe, P. J. H., J. theor Biol. 41 /1973/, 77-96. - 3. Jarvis, P. G. In: Šesták, Z., Čatský, J., Jarvis, P. G. /ed./: Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods. Pp. 566-631. W. Junk N. V. Publishers, /The Hague/, 1971. - 4. Jones, H. G., Slatyer, R. O., Aust. J. biol. Sci. 25 /1972/, 443-453. - 5. Meidner, H., Physiol. Pl. 8 /1955/, 930-935. - 6. Slavík, B. In: Unger, K. /ed./: Biophysikalische Analyse pflanzlicher Systeme. Pp. 146-150. VEB G. Fischer Verlag, /Jena/, 1977. - 7. Solárová, J., Biol. Plant. 15 /1973/, 237-240. - 8. Šesták, Z., Čatský, J., Biol. Plant. 4 /1962/, 131-140. - 9. Václavík, J., Biol. Plant. 15 /1973/, 233-236. - 10. Václavík, J., Biol. Plant. 16 /1974/, 389-394. - 11. Václavík, J., Biol. Plant. 17 /1975/, 411-415.

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА АМФИСТОМАТИЧЕСКИХ ЛИСТЬЕВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЕ УСВОЕНИЕ  $\text{CO}_2$  И ТРАНСПИРАЦИЮ

Ираж Вацлавик

Результаты опытов по выяснению влияния возраста листьев на отношение между чистым фотосинтетическим усвоением  $\text{CO}_2$  ( $P_N$ ) и транспирацией листьев ( $E$ ) показали, что повышение внутреннего сопротивления для фотосинтеза ( $r_m + r_e + r_x$ ) в результате старения листьев происходило во второй половине онтогенеза быстрее, чем повышение минимального сопротивления устьиц ( $r_g + r_i$ ). Это согласуется с относительно более низкими значениями отношения  $P_N/E$  у старых листьев по сравнению с  $P_N/E$  у листьев среднего возраста и молодых листьев. Понижение отношения  $P_N/E$  по ходу старения листьев происходило сходным образом на обеих поверхностях, но в среднем значение  $P_N/E$  для нижней поверхности было достоверно выше. В связи с этим были и отношения верхней/нижней  $E$  в среднем выше аналогичных отношений для  $P_N$ . Все это показывает более высокую активность верхней поверхности для  $E$ , чем для  $P_N$ , и присутствие специфических сопротивлений (наиболее вероятно  $r_i$ ) для транспорта  $\text{CO}_2$  при усвоении верхней поверхностью листа.

Путем сравнения различий в  $P_N$  и  $E$  между листьями различного возраста по их расположению на стебле (начиная с 18 листа) с изменениями в соответствующем промежутке онтогенеза 18 недавно вышедших листьев табака при помощи пластокровового индекса было найдено, что ухудшение условий освещения в более низких горизонтах выявило более на  $E$ , чем на  $P_N$ . Это могло быть, скорее всего, вызвано относительно ранним началом общего старения листьев табака при данных условиях выращивания.

VLIV HUSTOTY OZÁŘENÍ BĚHEM KULTIVACE NA VÝMĚNU PLYNŮ  
U PRIMÁRNÍCH LISTŮ FAZOLU

Jarmila Solárová, Jiří Václavík, Ingrid Tichá, Jiří Čatský

Různá hustota ozáření listů a množství záření jimi absorbované mají za následek kvantitativní změny jejich anatomické stavby a fyzikálních vlastností, které dále ovlivňují množství záření využívaného pro fotosyntézu, koncentraci kysličníku uhličitého v intercelulárách, transpiraci, teplotu listu a řadu dalších faktorů a funkcí. Zvláště výrazný je vliv rozdílné hustoty ozáření na kvantitativní změny anatomických charakteristik listových epidermis s průduchami, které při plném otevření zprostředkují více než 90 % výměny plynů mezi listem a okolní atmosférou. Při dostatečném zásobení rostlin vodou je otevření průduchů úměrné nárokům fotosyntetizujícího mezofylu na koncentraci kysličníku uhličitého v intercelulárách. Při nedostatku vody dochází k narušení tohoto vztahu hydroaktivním uzavíráním průduchů. Maximální vodivost listových epidermis při plně otevřených dýchacích štěrbinách průduchů závisí na počtu průduchů na jednotku plochy listu, jejich velikosti, vzájemné vzdálenosti, umístění a orientaci. Celková efektivní plocha dýchacích štěrbin průduchů závisí na typu a druhu rostliny, inserci a stáří listů, ekologických podmínkách jejich vývoje a je současně i funkčním odrazem adaptace rostliny k těmto podmírkám, umožňující dosažení maximální rychlosti fotosyntetického příjmu kysličníku uhličitého při minimálním transpiračním výdeji vodní páry.

V rámci hledání vhodných zásahů pro ovlivnění rychlosti ontogeneze primárních listů fazolu (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Jantar) jsme upustili od nejčastěji používané opakované dekapitace rostlin, která sice výrazně prodlužuje ontogenetický vývoj primárních listů, ale současně narušuje přirozené vztahy mezi jednotlivými orgány. V důsledku hromadění asimilátů v primárních listech dochází k hrubému ovlivnění jejich stavby a funkcí. Mnohem lepších

výsledků jsme dosáhli při zpomalování rychlosti stárnutí primárních listů eliminací jejich zastínění sekundárními listy, které jsme od 14. dne po výsevu odkládali a fixovali v poloze zajišťující primárním listům původní hustotu ozáření po celou dobu jejich ontogeneze. Důsledkem tohoto, relativně nepatrného, zásahu do struktury rostlinného organismu, pokračoval plošný růst primárních listů ještě 3 - 5 dnů po tom, co se růst primárních listů intaktních rostlin zastavil. Během pokračujícího růstu klesal počet průduchů na jednotku plochy obou epidermis, rozdíly v tloušťce listů a délce dýchacích štěrbin průduchů nebyly průkazné. Udržení původní hustoty ozáření se projevilo i ve zpomalení ontogenetického poklesu vodivosti listových epidermis a rychlosti čisté fotosyntézy; rychlosť temnotního dýchání ovlivněna nebyla.

Výsledky těchto pokusů a jejich srovnání s literárními údaji o vlivu hustoty ozáření na anatomické a funkční parametry u různých druhů rostlin, zvláště s výsledky komplexního studia vlivu hustoty ozáření během kultivace na anatomickou stavbu a charakteristiky fotosyntézy u *Atriplex patula* (1), ukazujícími na adaptaci rostlin k podmírkám hustoty ozáření během kultivace, byly podnětem pro zjištění tohoto vlivu na stupeň adaptace anatomických a funkčních parametrů výměny plynů u našeho modelového materiálu, tj. primárních listů fazolu.

Rostliny byly pěstovány v pískové kultuře se živným roztokem. Na rozdíl od dříve popsaného způsobu kultivace (3), byly rostliny rozděleny do tří skupin a pěstovány při hustotách ozáření 100 (varianta N), 200 (varianta S) a 400 (varianta V)  $\mu\text{instein m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , 400 - 700 nm. Během 15 dení kultivace rostlin se neprojevil vliv hustoty ozáření na plochu listů, celková hmotnost sušiny listů, hmotnost sušiny listů na jednotku plochy, obsah chlorofylů, zvláště chlorofylu  $a$ , na plochu a poměr chlorofyl  $a/b$  se vzrůstem hustoty ozáření během kultivace stoupaly; obsah chlorofylů v sušině naopak klesal. Počet průduchů na jednotku plochy

listu stoupal s růstem hustoty ozáření zvláště výrazně u abaxiálních epidermis, na nichž u varianty V dosahoval dvojnásobku jejich počtu u varianty N. Vzestup počtu průduchů na abaxiálních epidermis těchž listů byl mnohem méně výrazný, což pravděpodobně souvisí s menšími rozdíly v hustotě ozáření spodních epidermis u různých variant. Délka dýchacích štěrbin průduchů se zvyšováním hustoty ozáření během kultivace neprůkazně klesala. Vzestup rychlostí fotosyntézy a transpirace a difúzní vodivosti listových epidermis v závislosti na růstu hustoty ozáření během měření měl u všech variant stejný charakter. Primární listy varianty N dosahovaly nejnižších maximálních hodnot všech sledovaných parametrů při nejnižších hustotách ozáření. Se zvyšováním hustoty ozáření během kultivace stoupaly i maximální hodnoty měřených charakteristik i hustoty ozáření, při nichž bylo těchto maxim dosaženo. Vzájemný poměr rychlostí fotosyntézy a transpirace (produktivita transpirace) dosahuje u všech tří variant přibližně stejné maximální hodnoty. Z nejrychlejšího vzrůstu hodnoty tohoto poměru u varianty N lze soudit, že rostliny pěstované při nízkých hustotách ozáření využívají nižších hodnot aktuálního záření mnohem efektivněji než rostliny vypěstované při vysokých hustotách ozáření.

Popsané změny anatomických a funkčních charakteristik, vyvolané rozdíly v hustotě ozáření během kultivace, jsou analogické hodnotám zjištěným u *Atriplex patula* (1) *Phascolus vulgaris* a *Zea mays* (2).

1. Björkman, O., Boardman, N.K., Anderson, J.M., Thorne, S. W., Goodchild, D.J., Pyliotis, N.A., Carnegie Inst. Wash. Yearb. 71 (1972), 115 - 135. - 2. Louwerse, W., Zweerde, W. V.D., Photosynthetica 11 (1977), 11 - 21. - 3. Solárová, J., Biol. Plant. 15 (1973), 237 - 240.

ВЛИЯНИЕ РАЗНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕРВИЧНЫХ  
ЛИСТЬЕВ ФАСОЛИ НА ИХ ГАЗООБМЕН

Ярмила Соларова, Иржи Вацлавик, Ингрид Тиха, Иржи Чатски

Было обнаружено, что анатомические и физиологические характеристики первичных листьев фасоли (*Phaseolus vulgaris L.* cv. *Jantar*) изменяются в результате откладывания вторичных листьев или выращивания растений при различных интенсивностях освещения.

В следствии откладывания вторичных листьев интенсивность освещения первичных листьев не изменяется в течении их онтогенеза, но рост удлиняется на 3 - 5 дней. Благодаря удлинению периода роста число устьиц на единицу площади у обоих эпидермисов снижается, длина устьиц возрастает сопровождаясь с ростом площади эпидермальных клеток и онтогенетическое положение фотосинтеза и диффузионной проводимости эпидермисов первичных листьев замедляется по сравнению с контрольными растениями.

Приспособляемость растений к разным условиям освещения вызванные изменения количественных характеристик анатомического строения и газообмена мы определяли тоже у первичных листьев фасоли. Растения выращивались в кондиционированной камере в трех разных условиях освещения: 100 (вариант Н), 200 (вариант С) и 400 (вариант В) лейнштейн  $m^{-2} s^{-1}$ . Различия в освещенности не оказывали влияния на площадь первичных листьев, но листья варианта В были два раза толще листьев варианта Н, имели большее число устьиц на единицу площади, содержали больше хлорофилла (в основном хлорофилла а) на единицу площади, но менее на единицу сухого веса. По мере увеличения освещения растений возрастили максимальные скорости фотосинтеза, транспирации и проводимости обоих эпидермисов. Характер зависимости этих же показателей от изменений радиации во время измерений не менялся. Сравнение световых кривых фотосинтеза и транспирации (продуктивность транспирации) доказывает более эффективное использование воды растениями варианта Н при низкой освещенности.

VPLIV MINERÁLNEJ VÝŽIVY NA FOTOSYNTETICKO-RESPIRAČNÉ  
VLASTNOSTI LISTOV

Jozef Repka

Podmienky minerálnej výživy do značnej miery regulujú rýchlosť fyziologických procesov i celkovú aktivitu rastu a produkcie rastlín. Početné údaje v literatúre vyzdvihujú účinok minerálnych živín na rôzne zložky fotosyntetickej činnosti rastliny /1, 2, 3 a ďalší/. Menej je údajov o vzťahu medzi minerálnou výživou a respiráciou /4, 5/. Prostredníctvom účinku na oba procesy môže sa realizovať podiel minerálnych živín v regulácii rastu. Na druhej strane sa vyzdvihuje možnosť posúdenia kritérií optimálnych podmienok výživy na základe rýchlosť fotosyntézy či iných fyziologických procesov.

V príspevku demonštrujem vplyv deficitu a zvýšených koncentrácií živín na pomer medzi fotosyntézou a respiráciou listov a akumuláciu sušiny. Pokusy sa uskutočnili s mladými rastlinami kukurice dospelovanými na živnom roztoču Reid-Yorka v klimatizovaných podmienkach.

Vplyv deficitu N, P, K po 30 dňoch kultivácie výrazne sa prejavil na zmenách fotosyntézy -  $P_s$  /otosyntetická aktivita segmentov meraná v rotačnej expozičnej aparátuře/ i respirácie - R /meraná Warburgovým prístrojom/.

Tab. 1. Vplyv deficitu N, P, K na fotosyntetickú aktivitu listových segmentov / $P_s$ /, respiráciu /R/ a hmotnosť rastlín /W/

Variant	$P_s$ mg.dm <sup>-2</sup> .h <sup>-1</sup>	R		W	
		%	ml CO <sub>2</sub> · g.30'	%	g.rast.
NPK	7,11	100	0,75	100	2,29
N <sub>o</sub> PK	1,12	15,4	0,31	42,0	0,35
NP <sub>o</sub> K	3,00	42,2	0,42	56,7	0,92
NPK <sub>o</sub>	4,11	57,0	0,86	115,1	0,84

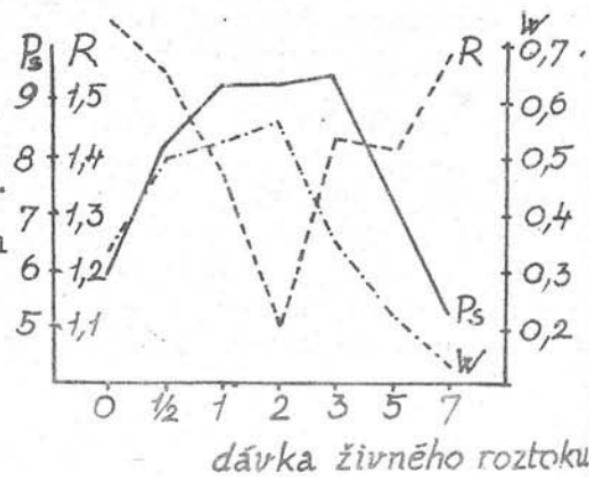
Vzťah týchto procesov k hmotnosti rastlín /W/ nie je jednoduchý. Deficit N, P znižuje  $P_s$  s podobným relatívnym účinkom ako W. Deficit K relatívne menej ovplyvnil  $P_s$ , ale zvýšil R. Zniženú hmotnosť rastlín možno interpretovať ako interakčný efekt zniženia  $P_s$  a zvýšenia R.

Kauzálna závislosť týchto zmien na obsahu minerálnych živín je stažená skutočnosťou, že v akumulácii živín v listovom pletive sa prejavuje nielen nedostatok deficitného prvkmu, ale prestavba celého mineralogického zloženia listov. Znižená akumulácia jedného prvkmu je kompenzovaná príjomom iných prvkov, čím sa mení nielen obsah, ale i pomer iónov. Napr. pri deficite N sa znižil obsah N v listoch o 70 %, ale sumárny obsah N + P + K + Ca + Mg sa zvýšil o 8 %. Zvlášť na úkor nadmernej akumulácie P a K /P - 177 %, K - - 105 %. Pomer živín sa potom upravuje oproti NPK - 100 N : 4,9 P : 76,7 K, vo variante  $N_0PK$  na 100 N: 46 P : 532 K, vo variante  $NP_0K$  - 100 N : 3,70 P : 127,8 K a vo variante  $NPK_0$  - 100 N : 11,2 P : 14,9 K.

Táto skutočnosť ukazuje, že deficitné podmienky minerálnej výživy v prostredí sa v asimilačnom pletive môžu prejavíť zvýšením koncentrácie iných prvkov a tak zapojiť mechanizmus realizujúci reakciu na zvýšenie koncentráciu iného minerálneho prvkmu cez iné procesy priamo alebo nepriamo späť s fotosynteticko-respiračným mechanizmom /3/.

Zvýšená koncentrácia živín v prostredí je rovnako doprevádzaná zmenami fotosynteticko-respiračnej aktivity listov.

Obr. 1. Vplyv stúpajúcej koncentrácie živín v prostredí na fotosyntetickú aktivitu listových segmentov / $P_s$ / v g.  $dm^{-2} \cdot h^{-1}$ , intenzitu respirácie /R/ v ml  $CO_2 \cdot g^{-1} \cdot 30^\circ$  a hmotnosť rastliny /W/ v g.



$P_s$  sa zvyšuje so zvyšovaním koncentrácie po dosiahnutie maximálnej hodnoty. Prekročenie tejto koncentrácie znižuje  $P_s$ . Krvka R má protichodný priebeh. V koncentračnom pásme, kde podmienky minerálnej výživy stimuluje  $P_s$  listu sa intenzita R znižuje. To ukazuje na špecifickú úlohu koncentrácie živín v asimilačnom pletive vo fotosynteticko-respiračnom mechanizme rastliny.

Pri porovnaní krivky hmotnosti rastlín /W/ s krivkou  $P_s$  a R pri zvyšovaní koncentrácie živín sa potvrdzuje význam R rovnako ako  $P_s$  pri regulácii produktivity rastlín. Optimálne podmienky výživy stimulujú rastový proces nielen zvýšením  $P_s$ , ale i znižením R.

#### Súhrn

Deficit i nadbytok živín v prostredí i asimilačnom pletive regúlujú pomer medzi fotosyntetickou / $P_s$ / a respiračnou /R/ aktivitou listov. Je popísaný význam protichodného priebehu  $P_s$  a R v liste pri zvyšovaní koncentrácie minerálnych živín v prostredí. Nízke a vysoké koncentrácie znižujú  $P_s$  a zvyšujú R. Optimálne podmienky minerálnej výživy sú doprevaďané vysokou  $P_s$  a znižovaním R.

#### Literatúra

1. Peaslee, D. E., Moss, D. N., Soil Sci. Amer. Proc. 30 /1966/, 220-223. - 2. Aliev, D. A., Fotosintetičeskaja dejatelnost mineralnoe pitanije i produktivnost rastenij, /Baku 1975/. - 3. Nátr, L., Photosynthetica 6, /1972/, 80-99. - 4. Terry, N., Ulrich, A., Plant Physiol. 51 /1973/, 43-47. - 5. Bottrill, D. E., Possingham, J. V., Kriedemann, P. E., Plant and Soil 32 /1970/, 242-438.

## Р е з ыв

**Влияние минерального питания на фотосинтетическо-  
-дыхательную характеристику листьев**

Йозеф Р е п к а

В этих экспериментах было изучено влияние недостатка и повышения концентрации питательных элементов на фотосинтез /Ps/, дыхацию /R/ листьев и накопление сухого вещества /W/ у молодых растений кукурузы. Функция минеральных элементов в процессе роста проявляется путем понижения Ps и повышения R при недостатке и избытке минеральных элементов. Продукция сухого вещества коррелирует с Ps или является результатом интеракции между Ps и R. В оптимальных условиях питания получается максимальная продукция сухого вещества /W/ в результате повышенной Ps и понижения R.

В дефицитных условиях определенного элемента депрессия Ps более выражена чем R. Дефицитные условия вызывают реакции изменения в содержании и отношении исследованных элементов в листовой пластинке. Ps, R, W были оптимальными, когда соотношение элементов в листах было следующее: 100 N : 5,4 P : 163 K : 24,5 Ca : 7,0 Mg.

## VÝZNAM KOREŇA PRE FOTOSYNTETICKÚ AKTIVITU RASTLINY

Timotej Ješko

Vyššie rastliny charakterizujú dva systémy - koreň a výhonok, líšiace sa anatomickou a morfologickou stavbou i fyziologickými funkciami. Výhonok fotosyntetizuje a transpiruje, zatiaľ čo koreň absorbuje vodu a minerálne látky. Obidva systémy sú navzájom závislé, ich aktivity sa nachádzajú v dynamickej rovnováhe /1/.

Koreň môže vplývať na fotosyntetickú aktivitu výhonku ako konzument /sink, akceptor či receptor/ asimilátov a/alebo ako producent /source, donor/ vody, minerálnych živín a rôznych špecifických látok včítane rastových /2,3,4/. Regulačné mechanizmy týchto vzťahov zatiaľ ešte nie sú jasné. Keď uvažujeme koreň a výhonok ako systémy zložené z viacerých orgánov, potom v priebehu ontogenézy rastliny raz jeden a inokedy druhý orgán alebo skupina orgánov má dominantné postavenie v komplexe interakcií medzi obidvoma systémami. Navonok sa to spravidla prejaví rôznymi rýchlosťami rastu orgánov a meranie týchto rýchlosťí sa využíva v štúdiu povahy korelácií.

Naše výskumy v uvedenej problematike ukázali, že pri niektorých rastlinách z čeľade lipnicovitých dominantné postavenie v interakciách medzi aktivitami koreňa a fotosyntetickou aktivitou výhonku majú práve sa formujúce praslene nodálnych adventívnych koreňov. Prvýkrát sme toto zistili /v r. 1964/ pri mladých rastlinách druhu *Sorghum saccharatum* /L./ Moench, keď iniciácia predlžovacieho rastu primordií nodálnych koreňov 1. praslena indukovala niekoľkodňové zvýšenie fotosyntetickej aktivity výhonku, s maximom prevyšujúcim východiskové hodnoty o 20 až 100 %, podľa použitej jednotky prepočtu /5/.

Nasledujúci experimentálny rozbor javu ukázal, že toto zvýšenie fotosyntetickej aktivity výhonku nesúvisí s funkciami nodálnych koreňov ako orgánov príjmu vody a minerál-

nych živín a je teda výlučne endogénneho pôvodu. Priebeh zvýšenia fotosyntézy za každých experimentálnych podmienok, ktoré sme navodili, korenšpondoval s rytmom objavovania sa jednotlivých nodálnych koreňov a ich prvých praslenov. Začiatok zvýšenia fotosyntézy spravidla tesne predchádzal /o niekoľko hodín až deň/ dobe objavenia sa prvého nodálneho koreňa. Podobné zvýšenia fotosyntetickej aktivity pri tvorbe nodálnych koreňov sme identifikovali aj u mladých rastlín druhov *Lolium perenne L.* a *Zea mays L.* /6; a nepublikované výsledky/.

Pri rastlinách rodu *Zea*, na rozdiel od *Sorghum* a *Lolium*, tvorba prvých praslenov nodálnych koreňov prebiehala v čase, keď zásobné látky endospermu neboli ešte vyčerpané. Rastliny potencionálne mohli kompenzovať zvýšené požiadavky na asimiláty pre začínajúci rast nodálnych koreňov dotáciou z týchto zásob. Komparačné pokusy s rastlinami pestovanými bez endospermu a s endospermom /kontrola/ však ukázali, že prítomnosť endospermu nemá vplyv na samotný výskyt a ani na priebeh zvýšenia fotosyntézy, nanajvýš mohla mať vplyv na absolútne hodnoty tohto zvýšenia.

Je zaujímavé poznamenať, že čistá intenzita fotosyntézy pri prepočte na jednotku plochy asimilačného povrchu / $dm^2$ / a na jednotku hmotnosti sušiny /g/ výhonku rastlín vyvíjajúcich sa v neprítomnosti endospermu prevyšovala fotosyntézu kontroly až o 50 %, zatiaľ čo sumárna fotosyntéza rastlinky bola nižšia ako u kontroly až o 60 %. Rovnako nižšia bola aj hmotnosť sušiny celých pokusných rastlín a ich celková plocha asimilačného povrchu. To sa dá vysvetliť zvýšenou intenzitou dýchania v tme rastlín vyvíjajúcich sa bez endospermu, ktorá bola pri prepočte na jednotky plochy a hmotnosti vyššia v porovnaní s kontrolou až o 100 %.

Uvádzané zvýšenia fotosyntetickej aktivity výhonkov rastlín pri tvorbe nodálnych koreňov indukovali spravidla s niekolcohodinovým až dňovým oneskorovaním sa zvýšenie aktivity dýchania, ktoré v našich pozorovaniach dávame do súvislosti s prechodným nahromadením sa voľných sacharidov

a aminokyselín v asimilačných orgánoch výhonku a konkrétnie s odtransportovaním a využitím týchto látok na miestach spotreby, prevažne vo formujúcich sa nodálnych koreňoch /5,7/.

Vychádzajúc z Dostálovej teórie celistvosti rastliny predpokladáme, že v korelačných reakciach medzi rastovou aktivitou konzumentov asimilátov a ňou indukovanou zvýšenou aktivitou producentov asimilátov sprostredkovateľmi môžu byť rastové látky. Predbežné výsledky zisťovania obsahu endogénnych cytokinínov v jednotlivých častiach rastliny kukurice ukázali, že ich obsah v báze stonky stúpa na začiatku formovania sa 1. praslena a potom opäť na začiatku formovania sá 2. praslena nodálnych koreňov.

V tomto referáte sme sa pokúsili o stručnú syntézu niektorých našich výsledkov týkajúcich sa uvedenej problematiky. Pri výskumoch zameraných na túto problematiku používame metódy: stanovenie výmeny  $\text{CO}_2$  infračerveným analyzátorom, rastovú analýzu, chemické analýzy, porovnávanie aktivít rastlín z kontrolovaných a poľných podmienok prostredia, zásahy do korelácií rastlín odstraňovaním častí alebo celých orgánov a pod.

#### Literatúra:

1. Brouwer, R., Jaarb.I.B.S. /1963/, 31-39. 2. Neales, T. F., Incol, L.D., Bot.Rev.34 /1968/, 107-125. 3. Starck, Z., Translations of the 2nd Conference on Translocation and Accumulation of Nutrients in Plant Organisms, Warszawa /1971/ 19-33. 4. Wareing, P.F., Patrick, J., Photosynthesis and Productivity in Different Environments /Cooper, J.P.-ed./, Cambridge Univ. Press /Cambridge/, 1977. 5. Ješko, T., Heinrichová, K., Lukačovič, A., Photosynthetica 5 /1971/, 233-240. 6. Ješko, T., Troughton, A., Biológia 33 /1978/ 7. Heinrichová, K., Biológia 26 /1971/, 531-540.

## ЗНАЧЕНИЕ КОРНЯ ДЛЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЯ

Тимотей Ешко

Высшие растения характеризуются двумя разными системами — корнем и побегом. Корень влияет на фотосинтетическую активность /ФА/ побега в качестве ~~жизн~~ ассимилятов, но и как ~~источник~~ воды, минеральных питательных веществ и разнообразных специфических веществ. В этом комплексе взаимоотношений отдельные части любой системы поочередно находятся в доминантном положении.

У молодых растений трав это доминантное положение, по видимому принадлежит постепенно формирующемуся мутовкам узловых корней. Впервые мы это заметили у молодых растений *Sorghum saccharatum* /L./ Moench у которых начало роста примордии первых узловых корней вызвало нескользкодневное повышение ФА листьев. Экспериментальный анализ этого явления показал, что повышение ФА не связано с функциями узловых корней как органов поглощения воды и минеральных веществ. Ход повышения ФА при любых экспериментальных условиях соотносился с ритмом появления отдельных узловых корней. Аналогичное повышение ФА было позже определено у *Lolium perenne* L. и *Zea mays* L.

Повышение ФА листьев вызвало с определенным опозданием повышение активности дыхания в тьме и сопровождалось временным накоплением свободных сахаров и аминокислот. Ритм образования узловых корней первых двух мутовок был согласован с установленными изменениями в содержании эндогенных цитокининов в узле кущения.

В работе являющейся попыткой синтезировать отдельные результаты достигнутые в упомянутой области, соотносятся эти результаты с идеями о возможной регулирующей роли корня в фотосинтетической активности растения.

Применялись методы: инфракрасный газовый анализ углекислорода, ростовый анализ, химический и биохимический анализ, выращивание растений в контролируемых и полевых условиях.

# FOTOSYNTÉZA POROSTU A ONTOGENETICKÁ HETEROGENITA LISTOVÍ

Danuše Hodáňová

Většina výpočtů a modelů sumární fotosyntézy porostu vychází z funkční závislosti fotosyntézy jednotlivých listů na hustotě ozáření, která je limitována prostorovým uspořádáním zápoje listoví. Porost je přitom považován za homogenní co do fisiologické "kvality" listové plochy. V důsledku toho jako výchozí parametr pro stanovení jeho fotosyntetického výkonu je používána světelná křivka fotosyntézy jediného "reprezentativního" listu bez ohledu na přítomnost listů různého stáří v porostu /1, 2/. Je však známo, že světelné křivky fotosyntézy prokazují těsnou závislost na změnách stáří listů /3, 4/. Otázka jak se tato závislost odráží na fotosyntetické výkonnosti celého zápoje listoví zůstává v porostní problematice, až na vyjimky /5, 6/, bez povšimnutí.

Předkládané výsledky mají proto přispět k objasnění podílu ontogenetické heterogenity zápoje listoví na změnách sumární fotosyntézy porostu cukrovky /Beta vulgaris L. var. saccharifera Lange, cv. Dobrovická A/. Je v nich respektována:

- a/ odlišnost světelných křivek fotosyntézy u listů různého stáří,
- b/ nerovnoměrná distribuce listové plochy v jednotlivých patrech zápoje listoví s ohledem na zastoupení listů různého stáří /7, 8/ a
- c/ rozdílná hustota ozáření jednotlivých listů v souladu s výškou jejich inzerce, inklinací a orientací v zápoji listoví /7, 8/.

Základem pro výpočty fotosyntézy porostu byla experimentální měření prováděná jak v polních /růstová analýza, distribuce fotosynteticky aktivního záření v porostu/ tak i laboratorních podmínkách /gazometrická stanovení světelné závislosti fotosyntézy listů/.

Získané údaje umožnily stanovit individuální fotosyntetický výkon různě starých listů a vymezit jejich relativní podíl na fotosyntéze celého porostu /tj. v přepočtu na jednotku plochy půdy/. Velikost těchto podílů se u jednotlivých kategorií stáří listů /1. až 14.list/ pohybovala od 0,8% a 1% /nejstarší a nejmladší listy/ do 16,5% u fysiologicky nejvyspělejšího 11.listu. Bylo zjištěno, že na fotosyntéze porostu se v největší míře /81%/ podílejí dospělé listy. Sumární fotosyntéza zápoje listoví, stanovená integrováním fotosyntetického výkonu všech listů v porostu, dosáhla při indexu pokryvnosti listoví 3,5 hodnoty  $8,33 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ .

Stanovení rozdílů ve fotosyntetické výkonnosti listů v závislosti na jejich stáří umožnilo vypočítat potenciální fotosyntézu heterogenního zápoje listoví, tj. fotosyntézu, při které by množství záření dopadajícího na každý list dosahovalo saturačních hodnot. Zjištěná potenciální fotosyntéza byla o 25% vyšší než aktuální fotosyntéza porostu cukrovky dosažená v přirozených podmínkách. Tato hodnota současně vymezuje negativní vliv vzájemného zastínění listů.

Odlišnost fotosyntetického výkonu jednotlivých listů naznačila, že homogenizace zápoje listoví co do stáří listů a unifikace světelných křivek jejich fotosyntézy, se kterými se setkáváme v porostní literatuře, může vést ke značným rozdílům ve velikosti stanovené sumární fotosyntézy porostu. Tento předpoklad byl ověřen výpočty fotosyntézy, které vycházely z modelových změn zastoupení listů různého stáří v zápoji listoví. V případě, že v porostu by byly zastoupeny pouze nejstarší listy, sumární fotosyntéza by byla nižší o 72%. Naopak fotosyntéza modelového porostu, reprezentovaného nejmladšími nebo fysiologicky nejvyspělejšími listy, by byla o 30% a 59% vyšší než fotosyntéza reálného heterogenního zápoje listoví. Tyto - i když teoretické - hodnoty lze považovat za určité mezní hodnoty vlivu "kvality" zápoje listoví na sumární fotosyntézu porostu. Přesto, že realizace uvedených typů porostů není v přírodě pravděpodobná, výpočty upozorňují na nebezpečí, které se skrývá v nedocenění

významu ontogenetické heterogenity zápoje listoví.

Výsledky dokazují, že ontogenetická heterogenita zápoje spoluřezhoduje o stupni využití fotosynteticky aktivního záření, které proniká porostem a jako taková je jedním z faktorů, které limitují jeho fotosyntézu.

1. de Wit, C.T., Photosynthesis of leaf canopies, Pudoc, /Wageningen/, 1965. - 2. Monsi, M., Uchijima, Z., Oikawa, T., Ann. Rev. Ecol. Syst. 4 /1973/, 301-327. - 3. Kumura, A., Proc. Crop Sci. Soc. Japan 38 /1969/, 74-90. - 4. Takeda, T., Yajima, M., Proc. Crop Sci. Soc. Japan 44 /1975/, 343-345. - 5. Naylor, D.G., Teare, I.D., Kanemasu, E.T., Fyton 33 /1975/, 97-102. - 6. Angus, J.F., Wilson, J.H., Photosynthetica 10 /1976/, 367-377. - 7. Hodáňová, D., Photosynthetica 6 /1972/, 401-409. - 8. Hodáňová, D., Photosynthetica 6 /1972/, 435-437.

## ФОТОСИНТЕЗ ПОСЕВА И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ РАЗНОРОДНОСТЬ ЛИСТЬЕВ

Дануше Годанэва

Проводились исследования по объяснению влияния онтогенетической неоднородности листьев на суммарный фотосинтез посева сахарной свеклы с учетом световых кривых фотосинтеза у листьев разного возраста, геометрической структуры листья и распределения в ней фотосинтетически активной радиации.

Были обнаружены различия в относительном участии отдельных листьев в суммарном фотосинтезе посева: самой большой долей /81%/ отличались взрослые листья.

Путем моделирования были установлены пределы изменение суммарного фотосинтеза в зависимости от присутствия листьев определенного возраста в посеве /онтогенетически однородная листва/. При наличии только самых старых листьев в посеве, величина его фотосинтеза понижалась на 72%. Наоборот, однородность листьев по самым молодым или взрослым листьям повышала суммарный фотосинтез посева на 30% или 59%.

Был рассчитан потенциальный фотосинтез, который отвечал бы оптимальному световому режиму посева при условии, что имеющееся в распоряжении количество радиации обеспечивает световое насыщение фотосинтеза согласно возрасту отдельных листьев. Оказалось, что потенциальный фотосинтез превышал бы в таком случае фотосинтез реального посева на 25%.

Полученные результаты доказывают, что онтогенетическая неоднородность листьев является фактором, который ограничивает суммарный фотосинтез посева сахарной свеклы.

PRENIKANIE ŽIARENIA Z HĽADÍSKA DISTRIBÚCIE  
LISTOV V PORASTE

Anton Kostrej

V poslednom období pri rozpracovávaní komplexnej teórie fotosyntetickej produktívnosti rastlín sa začal intenzívnejšie študovať radiačný režim porastov. Z prác tohto obdobia /1, 2, 3, 4, 5/ vyplynulo, že radiačný režim porastov, celkové využitie žiarenia i prenikanie a distribúcia radiácie v profile porastu je značne závislá na biologickej zvláštnostiach rastlín i na vonkajších podmienkach prostredia. Dôležitú úlohu pritom zohráva i celková veľkosť listového zápoja. Vychádzajúc z týchto všeobecných poznatkov i zo skutočnosti, že je pomerne málo experimentálnych výsledkov z tejto oblasti, ktoré by dovolili objektívnejšie charakterizovať tento vzťah pre danú plodinu i rozdielne podmienky vonkajšieho prostredia, pokúsili sme sa študovať prenikanie i vertikálnu distribúciu žiarenia pri rôznej veľkosti i distribúcii listov v profile porastu.

Merania vertikálnej distribúcie žiarenia sme uskutočnili trubicovými solarimetrami pri dvoch rozdielnych priemerných veľkostiah indexu listovej pokryvnosti /LAI-4, - 4,5, i pri veľkosti  $7 - 7,5 \text{ m}^{-2}/\text{u ozimnej pšenice}$ . Merania vertikálnej distribúcie žiarenia i vertikálnej distribúcie listovej plochy boli robené pri zemi a vo výškach 0,20, 0,40, 0,60, 0,50, 1,00 m.

Hodnotenie vertikálnej distribúcie listov v profile porastu sme urobili na základe:

- veľkosti listovej plochy
- priestorového cistenia /LAd/
- kumulatívneho indexu listovej pokryvnosti /LAI<sub>c</sub>/

Z experimentálnych nameraných výsledkov môžeme usúdiť, že zvyšovanie hodnôt veľkosti listovej plochy zvyšuje i veľkosť LAI<sub>c</sub> a LAd predovšetkým vo vrstve 0,40 - 0,60 m. Naopak, znižovanie veľkosti listovej plochy proporcionalne znižuje LAd v každej vrstve. Vzájomné porovnanie distribúcie listov

a hmotnosti sušiny v profile porastu ukázalo, že maximum hmotnosti sušiny pripadá do tej vrstvy, kde je najvyššia hodnota LAd.

V priestorovo vyvážených porastoch zvýšenie celkovej veľkosti listovej plochy je zapríčinené rovnomerným zväčšovaním indexu listovej pokryvnosti i hmotnosti sušiny vo všetkých vrstvách.

V zriedených porastoch pri nedostatočnej plošnej hustote sa mohutnejšie utvárajú spodné časti rastlín predovšetkým zvýšenou plochou listov, ktorá sa zúčastňuje na tvorbe celkovej hmotnosti sušiny v tejto vrstve. Opačná tendencia sa javí u prehustených porastoch.

V súvislosti so zmenami v narastaní listovej plochy a jej distribúciou mení sa nielen prenikanie žiarenia, ale i jeho vertikálna distribúcia v profile porastu. Pri nižších hodnotách indexu listovej pokryvnosti je väčšie prenikanie žiarenia porastom, ale nižšia jeho celková adsorpčia ako pri vyšších hodnotách LAI. Hodnoty adsorpcie žiarenia značne kolajujú s priebehom  $LAI_c$ .

Po vyšších vrstvách porastu, kde je celkovo nižšia hodnota  $LAI_c$  je i nižšia adsorpčia slnečného žiarenia ako pri zemi, kde je kumulatívny index listovej pokryvnosti väčší. Pri nižších hodnotách LAI sú rozdiely v prenikaní žiarenia menšie. So zväčšovaním veľkosti listovej plochy sa tieto rozdiely zvyšujú.

Meranie vertikálnej distribúcie žiarenia v profile porastu ukazuje, že radiačný režim ozimnej pšenice pri rovnakom príkone žiarenia sa mení v rozsahu od 2,1 do  $10,6 \text{ J.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ .

Namerané hodnoty vertikálnej distribúcie veľkosti listovej plochy i žiarenia v profile porastu ozimnej pšenice poukazujú na to, že tak vertikálna distribúcia radiácie ako aj distribúcia listov v profile porastu nie je rovnomerná, čo v literatúre /6, 7/ sa často uvádzá ako málo vyhovujúci stav. Preto z hľadiska tvorby modelu vysokovýkonných porastov bude potrebné tejto skutočnosti venovať zvýšenú pozornosť predovšetkým v tom období, keď sa dosiahne maximálna veľkosť listovej plochy.

Obyčajne v tomto období dostáva spodná časť porastu relativne málo žiarenia, čo často viedie nielen k zniženiu jeho výkonnosti, ale i k zniženiu celkovej produkcie.

#### Literatúra

1. Gojsa, N. I., Gacenko, R. V., Perelet, N. A., Trudy NIGMI 10 /1971/, 10-15. - 2. Guljaev, B. I., Puti povyšenia intenzívnosti i produktivnosti fotosinteza /Kijev/, 1969.
- 3. Horie, T., Udagava, T., Photosynthesis and utilization of solar energy /Tokyo/, 1969. - 4. Loomis, R. S., Williams, W. A., Duncan, W. C., Harvesting the Sun /New York/ 1967. - 5. Monteith, J. L., Ann. Bot. 25, /1965/, 110-115.
- 6. Ničiporovič, A. A., Fotosintezirujuščije sistemy vysokoj produktivnosti. Nauka /Moskva/, 1966. - 7. Ross, J. K., Aktinometrija i optika atmosfery /Tallin/, 1968.

## Р е з ю м е

Переход радиации с точки зрения дистрибуции листьев  
в растительности

Антон К о с т р е й

В растительности озимой пшеницы при неодинаковых листовых поверхностях был исследован переход радиации с точки зрения дистрибуции листьев в растительности. Было обнаружено, что с изменением общей площади листьев изменяется не только вертикальная дистрибуция листьев в растительности, но также и дистрибуция радиации. Адсорбция радиации коррелирует более с кумуляционным индексом листовой поверхности, нежели с коэффициентом листового пространства.

$\text{CO}_2$  VÝMENA LISTOV FAGUS SILVATICA L.

Elena Masarovičová, Timotej Ješko

Poznanie fyziologických charakteristik rastlín je dôležité pre posúdenie vzájomných závislostí medzi rastlinou a vonkajším prostredím. Náš záujem sme zamerali na štúdium  $\text{CO}_2$  výmeny listov buka lesného v kontrolovaných podmienkach. Získané poznatky budú podkladom pre ekofyziologické štúdium tejto dominantnej dreviny Malých Karpát.

#### Materiál a metódy

Ako pokusný objekt boli použité 3-ročné náletové sadenice *Fagus silvatica* L. z lokality "Popálené" pri Borinke, lesný závod Stupava. Obalené sadenice boli na jar presadené do záhrady, odkiaľ sa v priebehu vegetačného obdobia odberali pre experimenty celé jedince.

Pre štúdium merania výmeny  $\text{CO}_2$  intaktnou rastlinou sa použila gasometrická metóda kvantitatívnej analýzy prúdu vzduchu v otvorenom systéme /2/. Rastlinný materiál bol uzavretý do termostabilizovanej asimilačnej komôrky /4/, v ktorej boli umiestnené snímače na meranie mikrometeorologických prvkov. Ako zdroj žiarenia sa použili 1000 W halogénové žiarovky /TUNGSRAM 50210, 20 000 lm/ inštalované v atelierovom reflektore s parabolickým odrazovým zrkadlom. Infračervená zložka spektra bola absorbovaná 8 cm vrstvou cirkulujúcej chladenej vody /6/. Spektrálna charakteristika zdroja žiarenia bola meraná monochromátorm SPM-2.

Pre kvantitatívne stanovenie  $\text{CO}_2$  sa použil infračervený analyzátor IREX 2 s bodovým zapisovačom ZEPAKORD 07. Dostatočnú presnosť a citlosť IREX-u pre štúdium fotosyntézy drevín uvádzajú Červenka /3/. Vlhkosť prúdiaceho vzduchu v meracom systéme bola pred vstupom do analyzátoru odstránená vysušeným chloridom zinočnatým.

Teplota vzduchu v asimilačnej komôrke bola meraná

platinovým keramickým meracím odporom /Pt<sub>100</sub>/ /5/, ktorého vlhké prevedenie sa použilo na psychrometrické stanovenie vlhkosti vzduchu /5/. Súčasne sa zaznamenávala aj teplota povrchu listu Gu-Konst. termočlánkom /9/.

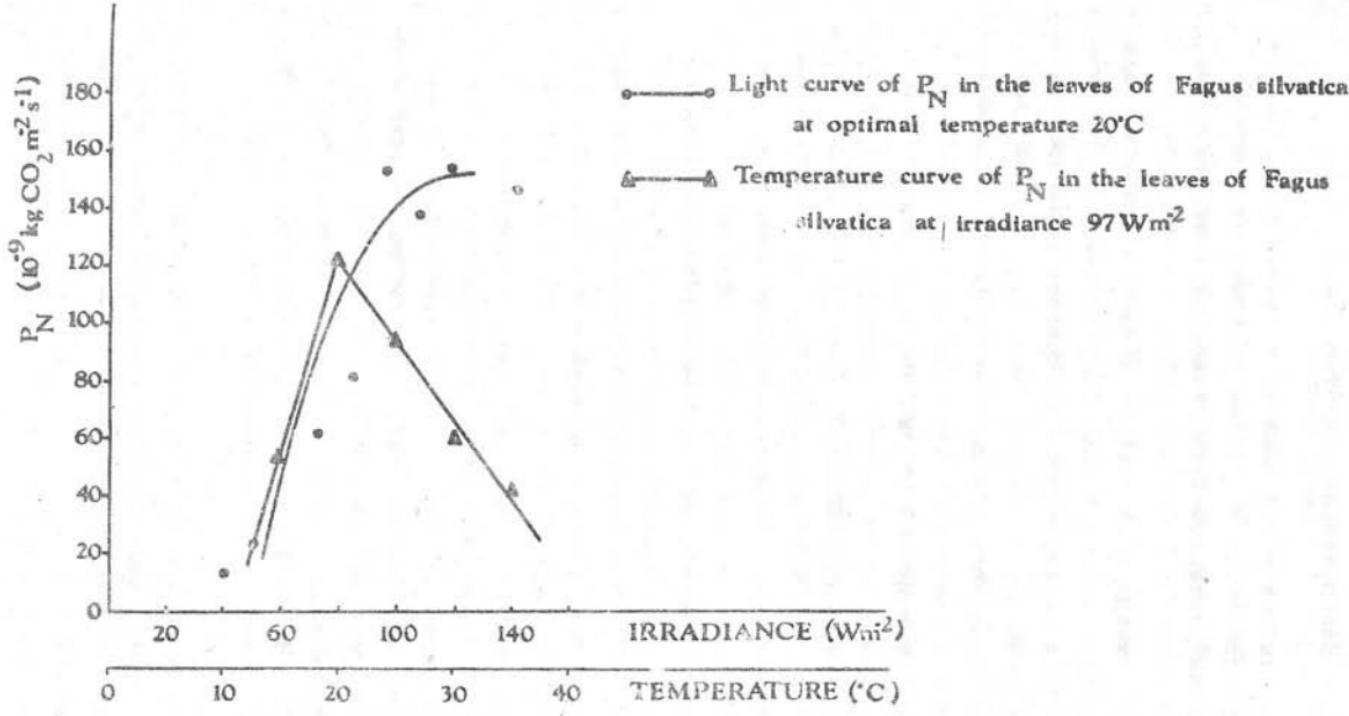
Energia toku žiarenia bola meraná kremíkovou fotodiódou 1PF75 s maximálnou citlivosťou v oblasti 650-700 nm, kalibrovanou absolútnym neselektívny rádiometrom s elektrickou kalibráciou /systém podľa Gillhamma//8/.

### Výsledky a diskusia

Štúdiom vplyvov klimatických faktorov /intenzita ožiarenia, teplota a vlhkosť vzduchu, teplota povrchu listu/ na CO<sub>2</sub> výmenu výslnných a zatielenených listov *Fagus silvatica* L. v laboratórnych i prirodzených podmienkach sa zberalo niekoľko autorov /1,5,7/. V našich experimentoch sme zisťovali optimálnu teplotu a intenzitu ožiarenia pre intaktné listy sadeníc buka lesného. Tieto údaje sa využili pri štúdiu fotorespirácie tohto druhu. Pre definované podmienky sme zaznamenali najvyššiu intenzitu fotosyntézy pri teplote povrchu listov 20°C a intenzite ožiarenia 97 W m<sup>-2</sup> /obr.1/.

### Literatúra

1. Czarnowski, M., Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences 27 /1974/, 603-608.
2. Čatský, J., Tichá, I., Biol. Plant. 16 /1974/, 144-148.
3. Červenka, K., Rostlinná výroba 16 /1970/, 201-206.
4. Chartier, P., M., Seconde Thése de Doctorat, Proposée par la Faculté des Sciences /d'Orsay/, 1970.
5. Lange, O.L., Schulze, E.D., Ecological Studies. Analysis and Synthesis 2 /1971/, 16-23.
6. Louwers, W., van Oorschot, J.L.P., Photosynthetica 3 /1969/, 305-315.
7. Schulze, E.D., Koch, W., Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels Symp. 1969, UNESCO /1971/, 141-157.
8. Scott, D., Menalda, P.H., Rowley, J.H., New Zealand J. Bot. 8 /1970/, 82-90.
9. Williams, G.J., Markley, J.L., Photosynthetica 7 /1973/, 262-270.



Light and temperature curves of net photosynthetic rate / $P_N$ / in the leaves of *Fagus silvatica* L.

Obr.1 Svetelná a teplotná krvka čistej intenzity fotosyntézy / $P_N$ / listov *Fagus silvatica* L.

Обмен углекислого газа в листьях бука лесного

Елена Масаровичова, Тимотей Ешко

В работе рассматривается влияние интенсивности облучения и температуры поверхности листьев на обмен углекислого газа неповрежденным растением бука лесного в контролируемых условиях.

3-летние саженцы бука лесного (*Fagus sylvatica*) были перемещены из лесонасаждения в сад, откуда в течение вегетационного периода для экспериментов отбирались целые растения.

Изменения концентрации углекислого газа определялись при помощи газометрического метода качественного анализа углекислого газа в потоке воздуха (открытая система). Саженцы находились в термоустойчивой ассимиляционной камере, в которой были установлены измерительные сниматели микрометеорологических элементов. Интенсивность облучения (1000 W галогенные лампочки, 20 000 lm) измерялась кремниевой фотодиодой, температура воздуха в ассимиляционной камере при помощи платиново-кремниевого мерительного сопротивления и температура листевой поверхности медно-константановым термоэлементом. Инфракрасная часть спектра устранилась 8 см слоем циркулирующей воды. Влажность струящегося воздуха в измерительной системе была перед вступлением в IRGA устранена высущенным хлористым цинком.

Было установлено, что оба изучаемые микрометеорологические элементы значительно повлияли на интенсивность фотосинтеза листьев саженцев бука лесного. Для отношения  $P_N$  - температура поверхности листа была зарегистрирована самая высокая интенсивность фотосинтеза при 20°C ( $122 \cdot 10^{-9}$  кг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>). При экстремальных высоких и низких температурах (макс. 35°C, мин. 15°C) листья бука лесного показывали относительно низкую активность фотосинтеза ( $43$  и  $54 \cdot 10^{-9}$  кг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>).

Для соотношения  $P_N$  - интенсивность облучения регистрировались более высокие значения интенсивности фотосинтеза при более высоких интенсивностях облучениях. Максимальная интенсивность фотосинтеза ( $154 \cdot 10^{-9}$  кг CO<sub>2</sub> м<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>) была определена при интенсивности облучения 97W м<sup>-2</sup>.

## STUDIUM FOTOSYNTÉZY U BRAMBORŮ

Jaromír Zrůst

Cílevědomé řešení a systematický postup při šlechtitelském vytváření rostlin s vysokým produkčním potenciálem předpokládá dobrou a dostatečně detailní znalost cíle, kterým musí být, jak uvádí Nečas (13), konkrétní představa modelového organismu, vykazujícího dílčí složky v takové sestavě, že podle současných znalostí představují splněné předpoklady pro vysokou produktivnost. Takový modelový organismus musí být otevřeným systémem, který se stále upravuje a doplňuje podle toho, jak se rozšiřuje naše znalosti.

Pro získání, v tomto smyslu, vysoko výkonných odrůd je nutné se přede vším zaměřit na fotosyntetické procesy a účelnou translokaci vytvořených asimilátů do zásobních orgánů. U bramborů se v poslední době skutečně shromažďují poznatky o tvorbě asimilátů, jejich distribuci v rostlině a akumulaci v jednotlivých orgánech.

Podnět pro intenzivní studium tvorby výnosu kulturních plodin dává šlechtění. Přibývá prací, které analyzují jednotlivé morfologické, fyziologické a biochemické složky struktury vysoko komplexního znaku výnosový výkon a odhadují specifický podíl, jímž dílčí znaky, skládající tuto složitou strukturu, přispívají k jeho aktuální hodnotě (4).

V našem ústavu, v laboratoři fyziologie, jsme provedli rozbor některých dílčích znaků produkčního potenciálu bramborů z hlediska výnosového výkonu u několika vybraných odrůd brambor (5, 8, 10, 11, 12, 18, 23, 24), z hlediska jejich vodního režimu (6, 7, 9, 12, 14, 15, 16), fyziologie minerální výživy (20, 21, 22) a fyziologického stárnutí hlíz bramboru (2, 17).

V referátu se omezím pouze na jeden úsek naší činnosti - studium fotosyntézy. Při metodické přípravě tohoto studia jsme si byli vědomi toho, že pro šlechtitelské využití jsou velmi důležité ty složky produktivity komplexního dílčího

znaku, které vyplývají ze specifických vlastností odrůdově rozdílných produkčních aparátů, umožňujících lepší průběh některých produkčně významných procesů a že bude třeba zahájit intenzivní práci na tomto úseku a využít k ní dostupných metod, kterými bude možno alespoň některé složky hodnotit.

Zvolili jsme nejdříve terčíkovou metodu v tom provedení, jak ji pro podobné účely prověřila Avratováčuková (1). V našich pokusech (19, 23) jsme zjistili nejvyšší rychlosť fotosyntézy u listů vyrostlých v horní třetině stonků, přesněji u čtvrtého a pátého listu. Vrchní listy označené námi nižšími číslicemi, tj. listy mladé, a listy starší od šestého počinaje, měly rychlosť fotosyntézy nižší. Při hodnocení rychlosti fotosyntézy jednotlivých listků na listu jsme ve většině případů nezjistili statisticky významné rozdíly, v některých měřeních vykazovaly nižší průkazné rozdíly terminální listky, v málo pokusech i některé hodnoty naměřené u jednotlivých jařem. U listů z různých stonků vycházely jak průkazné, tak neprůkazné rozdíly. Listy vyrostlé na hlavním stonku, za který byl v našich pokusech považován stonk nejvyšší a nejsilnější, měly většinou vyšší rychlosť fotosyntézy. V průběhu vegetace jsme zaznamenali zvyšující se tendenci rychlosti fotosyntézy, maximum dosahovala v době květu a ke konci vegetace klesala k nulovým hodnotám.

V dalších pokusech (23, 24) jsme měřili rychlosť fotosyntézy u 46 perspektivních kříženců šlechtěných na vyšší výnosový potenciál a u 8 vybraných rodičovských partnerů. Odrůdy a křížence jsme rozdělili do skupin podle jejich délky vegetační doby, a v každé skupině provedli jejich zařazení do čtyř kategorií podle vypočítané průměrné hodnoty rychlosti fotosyntézy za úsek vegetace 7 týdnů. V rámci každé skupiny ranosti jsme nalezli dostatečně kontrastní genotypy s ohledem na fotosyntetický výkon. Mezi průměrnými hodnotami genotypů byl zjištěn maximální rozdíl v příruštích sušiny  $6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (což činí více než 50 %

hmotnosti přírůstku), častěji byl zaznamenán rozdíl okolo  $2 - 3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (tj. 25 - 30%). To je pro šlechtitele velmi důležitý poznatek.

Jsme si vědomi toho, že se jedná pouze o schopnost křížence či odrůdy hromadit s určitou rychlosí sušinu, tedy pouze o jeden dílčí znak komplexního znaku výnosového výkonu a že bude třeba k doplnění tohoto testu ještě dalších rozborů, aby se postihly i jiné znaky, např. translokace asimilátů (3) apod.

#### Literatura

1. Avratovščuková, N., Kand. dis. práce, PřFUK Praha, 1967. - 2. Hašková, B., Zrůst, J., Rostl. výroba, 17 /1971/, 839-851. - 3. Moll, A., Schlussbericht, Gross-Lüsewitz, 1973. - 4. Nečas, J., Biológia, 16 /1961/, 784-793. - 5. Nečas, J., Tagungsberichte DAL, 48 /1962/, 79-93. - 6. Nečas, J., Tagungsberichte DAL, 48 /1962/, 113-124. - 7. Nečas, J., Sborník ČSAZV - Rostl. výroba, 8 /1962/, 17-44. - 8. Nečas, J., Biolog. Plant., 7 /1965/, 180-193. - 9. Nečas, J., Water Stress in Plants. Academia, /Prague/, 1965: 50-59. - 10. Nečas, J., Rostl. výroba, 12 /1966/, 759-778. - 11. Nečas, J., Photosynthetica, 2 /1968/, 85-100. - 12. Nečas, J., Potato Res., 17 /1974/, 3-23. - 13. Nečas, J., Seminář "O ekologii polních plodin" Ústí n. L. 1976, (Sborník v tisku). - 14. Nečas, J., Zrůst, J., Rostl. výroba, 11 /1965/, 641-656. - 15. Nečas, J., Zrůst, J., Rostl. výroba, 13 /1967/, 825-841. - 16. Nečas, J., Zrůst, J., Rostl. výroba, 14 /1968/, 993-1010. - 17. Poppr, J., Záv. zpráva, VÚB Havl. Brod /1972/. - 18. Zrůst, J., Potato Res., 14 /1971/, 328. - 19. Zrůst, J., Rostl. výroba, 19 /1973/, 243-252. - 20. Zrůst, J., Vědecké práce VÚB, Havl. Brod, 5 /1973/, 137-149. - 21. Zrůst, J., Nečas, J., Rostl. výroba, 12 /1966/, 421-432. - 22. Zrůst, J., Poppr, J., Rostl. výroba, 16 /1970/, 759-772. - 23. Zrůst, J., Smolíková, A., Partyková, E., Záv. zpráva, VÚB Havl. Brod /1976/. - 24. Zrůst, J., Smolíková, A., Rostl. výroba (v tisku).

Изучение фотосинтеза у картофеля  
Яромир Зруст

В научно-исследовательском институте картофелеводства, в лаборатории физиологии, мы провели разбор некоторых частичных признаков потенциала урожая картофеля с точки зрения урожайности у нескольких отборных сортов картофеля (5, 8, 10, 11, 12, 18, 23, 24), с точки зрения их водного режима (6, 7, 9, 12, 14, 15, 16), физиологии минерального питания (20, 21, 22), и физиологического старения клубней картофеля (2, 17).

В докладе внимание сосредоточено на изучении фотосинтеза помошью весового дискового метода, который для аналогичных целей проверяла Авратовщукова (1). Помощью этого метода нам удалось определить точнее продуктивность листьев различно помещенных на том же стебле, верхушечных листиков и листиков 1. и 2. ярма того же стебля, и листьев из разных стеблей (19, 23).

В дальнейших опытах (23, 24) мы мерили скорость фотосинтеза у 46 перспективных гибридов селекционных на высший потенциал урожая и у 8 отборных родительских партнеров. Среди средних величин генотипов было установлено максимальное различие приростов сухого вещества  $6 \text{ мг.дм}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$  (это значит больше чем 50% вещественности прироста), чаще было зарегистрировано различие около  $2-3 \text{ мг.дм}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$  (это значит 25-30%).

Это испытание надо дополнить еще дальнейшими разборами, чтобы постигнуть тоже другие признаки, напр. транслокацию ассимилятов (3) и т.п.

В докладе документировано на отборных примерах из опытов, что фотосинтетическая активность листьев является одной из самых важных величин свидетельствующих об урожайности и ее оценку рекомендуется применять в долголетних селекционных программах, целью которых синтез идеальных культурных организмов с высоким потенциалом урожая.

## SATURÁCIA PLETÍV VODOU A PRODUKČNÝ PROCES OBILNÍN

J. Švihra, R. Hojčuš

Hospodárska úroda je výsledok spolupôsobenia zložitého komplexu vlastností a schopností pestovaného kultivara a komplexu rastových a vývojových podmienok prostredia. Racionálne opatrenia na zvýšenie produktívnosti rastlín treba vidieť v usmernení zmien formy a vývoja rastliny, zmenou prostredia a pestovateľskými zásahmi /10/. Pri normálnej vodnej prevádzke možno sa často stretnúť s priamou koreláciou medzi hospodárskou úrodou, listovou plochou porastu /LAI/, či fotosyntetickým potenciálom. Pri nedostatočnej saturácii rastlín vodou má najväčší podiel na produkciu čistý výkon asimilácie a rýchlosť fotosyntézy /4/.

U obilníň je vztah celkovej produktívnosti rastlín k hospodárskej úrode dosť zložitý. Formovanie úrodotvorných prvkov sa uskutočňuje v značnej miere nezávisle od tvorby sušiny, veľkosti asimilačnej plochy, čistého výkonu asimilácie. Fotosyntetický aparát sa podieľa u obilníň pomerne krátku dobu na tvorbe hospodársky cenného produktu približne len 39 - 45 % fotosyntetického potenciálu.

Neexistuje priama závislosť medzi fotosyntetickým procesom a akumuláciou sušiny, lebo je potlačená dominujúcou úlohou rastových procesov. Podiel hospodárskej úrody závisí od sekundárnych transformácií primárnej produkcie, pri ktorých má dôležitú úlohu minerálna výživa a zásobenosť rastliny vodou. Najväčší vplyv nedostatku vody sa prejavuje v plétivách a orgánoch, ktoré prekonávajú najrýchlejší rast a vývoj /8/.

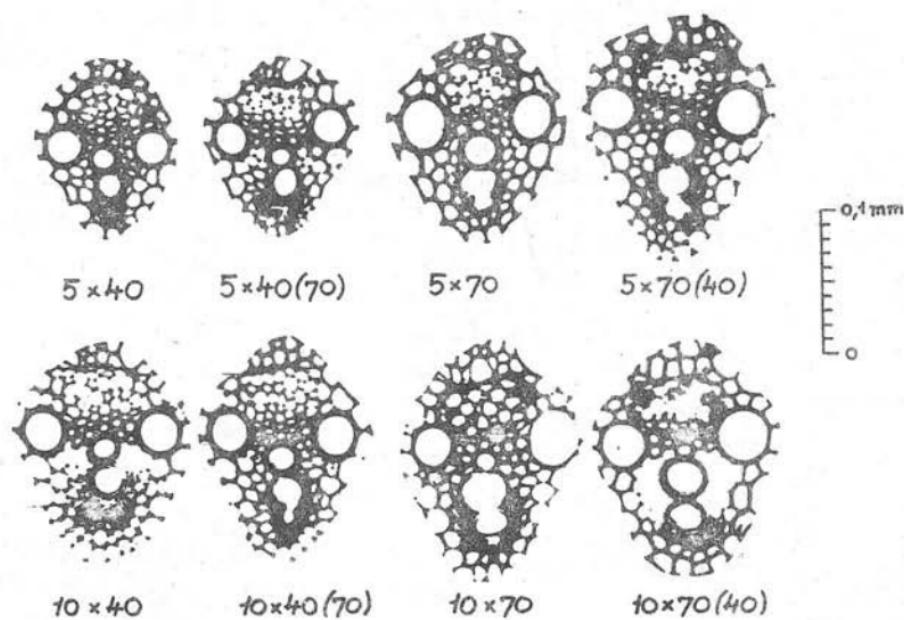
## Materiál a metóda

Nádobové vegetačné pokusy s ozimnou pšenicou pri troch hladinách výživy 1, 5, 10 /základná dávka 43 kg č. ž. v prepočte na ha/, pri dvoch pôdnich vlhkostiah /40 a 70 % MPVK/ a zmenách vlhkosti v VII. etape organogenézy /70 40 a 40 70 % MPVK/ sme založili počas troch rokov /1972, 1973 a 1974/ s kultivarom Iljičovka. Počas vegetácie sme sledovali rôzne ukazovatele fyziologických procesov a hlavné rastovo-produkčné veličiny.

### Výsledky a diskusia

Vodný stres po VII. etape organogenézy vplyvá na zhrubnutie posledného listu rastlín, ale neovplyvní jeho hrúbku takou mierou, ako nedostatok vody počas celej jarnej periódy rastu. Abaxiálna pokožka bola hrubšia ako adaxiálna, čo poukazujú aj výsledky Göbőho /2/, ktorý sledoval rozdielnosti v hrúbke epidermy rôznych kultivarov ozimnej pšenice. Chloroplastový aparát vplyvom nedostatku vody a rozdielnej výživy sa menil v štruktúre a v usporiadani tylakoidov grán a ostatných kompartmentov plastidov. Nedostatok vody ovela viac ruší řeštruktúru chloroplastov ako rôzne hladiny výživy, čo sa zhoduje s výsledkami Gunára /2/.

Nedostatok vody vplyvá na zmeny nielen v hrúbke posledného internódia, ktoré bolo najtenšie, ale aj na zmenu cievnych zväzkov, hlavne na tracheidnú vodivú časť, menej na zmenu vo floómovej časti. Zhoršená výživa podporila tvorbu sklerenchymatických pletív a vyššie dávky živín podporili tvorbu parenchymatických pletív. Po vodnom strese nastalo zmohutnenie sklerenchymatických a inhibícia rastu parenchymatických pletív, čo sa zhoduje s názormi niektorých autorov /2, 5, 6, 7/. Rozdiely v cievnych zväzkoch u posledného internódia pod klasom možno pozorovať vo variantoch s vyššou pôdnou vlhkosťou /obr. 1/.



Cievne zväzky posledného vrchného internódia podľa rozdielnej dávky živín a vlhkosti pôdneho substrátu

Rozdiely sú nielen v samotných zväzkoch, ale i v ich elementoch. Svetlosť ciev v protoxylémе ako aj v metaxylémе bola väčšia u rastlín pestovaných na vyšej úrovni pôdnej vlhkosti. Zmena vlhkosti z nižšej na vyššiu po VII. etape organogenézy, kedy rastliny začali intenzívne rásť, vytvorili mohutnejšie cievne zväzky.

Viacročné analýzy produkčného procesu ukázali, že produkčná výkonnosť sa odlišuje hodnotami veľkosti listovej plochy a čistej produktivity fotosyntézy. Ak sa v kritickom období menila vlhkosť z nižšej na vyššiu, hmotnosť sušiny sa rýchlosťou znížovala pre poruchy v metabolisme rastlín a zmeny v rýchlosťi fyziologických procesov.

Veľkosť listovej plochy vo vzťahu k hmotnosti sušiny a zrna bola v rôznom vzťahu ako ukazuje korelačný koeficient.

Korelačný koeficient medzi	Celk. sušina pri zbere	Úroda zrna
	r	r
Priemerná listová plocha rastliny v priebehu vegetácie	+0,79 <sup>++</sup> +0,074 <sup>++</sup> +0,80 <sup>++</sup> +0,62 <sup>++</sup> +0,73 <sup>++</sup> +0,80 <sup>++</sup>	+0,35 P 0,05=0,40 P 0,01=0,52 +0,49 <sup>+</sup> +0,55 <sup>++</sup> +0,09 +0,44 P 0,005=0,58 P 0,01 =0,71 +0,49
Listová plocha rastliny v poslednom odbere		
Priemerná listová plocha po VII. etape organogenézy		
Priemerná listová plocha pred VII. etapou organogenézy		
Priemerná listová plocha rastlín za 70 % MKK pri poslednom odbere		
Priemerná listová plocha rastlín za 40 % MKK pri poslednom odbere		

Rozhodujúca pre úrodu bola veľkosť listovej plochy v časovom úseku od klasenia po dozretie, čo potvrdzujú aj niektoré práce /1,9/.

Hospodárska úroda je určovaná interakciami medzi asi-milečnou kapacitou orgánov a akumulačnou kapacitou zŕn v klase. Prístupnosť vody v období kvitnutia a tvorby zŕn je najzávažnejším faktorom pre vytváranie hospodárskej úrody.

Charakteristiky úrod rastlín pšenice  
v závislosti od zásobenosťi vodou

Yield characteristics of winter wheat plants  
influenced by soil moisture content

% MKK 1	zrno 2			slama 3		celk.hmot.suš. nadz.biomasy 4	
	5 g.rast. -1	6 v % ku g.rast.	5 -1	6 v % ku g.rast.	6 -1	v % ku	
	70 % MKK	70 % MKK	70 % MKK	70 % MKK	70 % MKK	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	82,96	1,69 <sup>++</sup>	84,92	2,81 <sup>+</sup>	84,13	

1 - % of maximal soil moisture, 2 - grain, 3 - straw,  
4 - total aboveground dry matter, 5 - g per plant, 6 - % in  
relation to 70 % MKK

Literatúra

1. Gmeling Meyling, M. D., Neth. J. Agric. Sci. 19: 250-256 /1971/. - 2. Göbö, A., Autoreferát kand. diz. práce /Nitra/ 1971. - 3. Gunár, I., et al., Izvestija TSCHA 6, 1318 /1973/. - 4. Ničiporovič, A. A., Fotos. i vopros. prod. rast., Izd. AN SSSR /Moskva/, 1963. - 5. Skazkin, F. D., Kritičeskij period u rastenij k nedostatočnomu vodosnabženiju, Izd. AN SSSR /Moskva/, 1961. - 6. Slayter, R. O., Plant water relationships Ac. Press /London, New York/, 1967. - 7. Švihra, J., Autoreferát dokt. dizert. práce /Nitra/, 1977. - 8. Švihra, J., et al., Rastová a produkčná aktivita rastlín vo vzťahu s minerálnou výživou a vodnou nysýtenosťou pletív /Nitra/, 1975. - 9. Thorne, G. N., Exp. St. for part. 2 /Rothamsted/, 1973. - 10. Watson, D. J., Potential crop production, /London/, 1971.

## Р е з и м е

Обеспечение тканей водой в связи с процессами  
роста и продукции у злаков

Ян Швигра - Рудольф Гойчуш

Результаты наших опытов с овсяной пшеницей сорта Ильичовка показали, что изменение влажности почвы в со-действии с минеральным питанием имеет очень важное влия-ние на процессы роста и продукцию растений.

Водной стресс после 7-го этапа органогенеза способ-ствует утолщение последнего — верхнего листа, влияет на структуру и упорядочение тилакоидов гран и других компо-нентов пластидов.

Недостаток воды так же как и изменение влажности из нижшего уровня на высший, имеет влияние на структуру проводящих пучков.

Количество сухого вещества и хозяйствственно ценной продукции находятся в прямой корреляции к площади лис-тьев.

Хозяйственный урожай имеет статистически высокую положительную значимость в отношении к площади листьев после 7-го этапа органогенеза.

# KOREŇ RASTLÍN AKO ORGÁN POZDÍŽNEHO TRANSPORTU VODY

Vladimír Kozinka

Prijatie predstavy o pohybe vody v systéme pôda-rastlina-atmosféra ako kontinuálne prebiehajúcim procesom, ktorý môžeme interpretovať analogicky ako tok elektrického prúdu, považuje Kramer /10/ za základný príspevok rastlinných fyziologov posledných desaťročí k štúdiu vodnej prevádzky rastlín. Podľa analógie s Ohmovým zákonom sa považuje tok za priamoúmerný poháňajúcej sile a nepriamoúmerný odporu

$$\text{Tok} = \frac{\text{Rozdiel vo vodnom potenciály}}{\text{Odpor}}$$

/1/

Táto predstava je užitočné pracovná hypotéza, podľa ktorej sa dá pohyb vody cez korene, stonku a listy, i výpar vody do vzduchu vyjadriť vo vzťahoch medzi poháňajúcimi silami a odpormi v každej etape pohybu vody. Umožňuje aj hodnotenie významu jednotlivých faktorov, ktoré pôsobia na pohyb vody. Uplatňuje známu teóriu o vzostupnom toku vody v rastline, Grämannovú /4/ myšlienku použitia analógie Ohmovho zákona na transport vody v rastline a vane den Honertovú /19/ aplikáciu tejto myšlienky na jednotlivé úseky pohybu vody v rastline. Slatyer /16/ ju rozšíril aj na transport vody v pôde a pre podmienky dynamickej rovnováhy vyjadril rovnicou

$$v = \frac{\Delta \psi_s}{R_s} = \frac{\Delta \psi_r}{R_r} = \frac{\Delta \psi_x}{R_x} = \frac{\Delta \psi_l}{R_l} = \frac{\Delta \psi_g}{R_g}$$

/2/

$R_s, R_r, R_x, R_l, R_g$  sú odpory transportu vody v pôde, koreňoch, v xylome, v liste a v v plynnej fáze.  $\Delta \psi$  označuje zníženie vodného potenciálu každým odporom.

Mnohé štúdie ukázali, že aj keď intenzita ktorou prechádza voda každý úsek tejto cesty je v podmienkach dynamickej rovnováhy v podstate rovnaká, rozdielne sú slochy cez ktoré prechádza a odpory pre rôzne zložky vodného potenciálu. Preto Rawlins /1/ nahradil konštantné odpory "R" odpormi premennými "r" a bez poznania veľkosti a úlohy odporu nemôžeme očakávať priamu úmernosť medzi prúdom vody a rozdielom vodného potenciálu ani v jednom úseku pohybu vody. Preto sa dôležitým pojmom v diskusiah o toku vody stáva pojem odporu. Súhlasí sa ďalej s tým, že voda v tekutej fáze sa pohybuje cez pletivá pasívne. Poháňajúcou silou je gradient vodného potenciálu /1/. Sú však zásadné rozdiely v

v predstave vzťahu toku k potenciálu. Výsledky niektorých experimentálnych prác vedú k myšlienke existencie iba slabého alebo žiadneho vzťahu /13,18/, druhých naznačujú priamoúmerný vzťah /6/. V najnovších prácach sa hovorí o premenlivosti tohto vzťahu /17,20/. Príčina zložitosti sa hľadá v koreňoch rastlín /3,10/. Očakáva sa, že v koreňoch je lokalizovaný premenný odpor, ktorý sa môže zmeniť 3-5 krát, ak intenzita toku rastie /3,17,20/. Brouwer /3/ zistil, že pri zvyšovaní intenzity toku sa odpor nezmenšuje rovnomerne v celom korení, ale klesá predovšetkým v bazálnej časti. V apikálnej časti sa prakticky nemení.

Pozdĺžny tok vody v korení prebieha predovšetkým vo vodivých pletivých xylému a interpretuje sa ako tok v kapilárnom systéme. Keď je laminárny a riadi sa Poisseuillovým zákonom, účasťnia sa cievy vedenia vody štvrtou mocninou svojho polomeru. Poháňajúcou silou pohybu vody v xyléme je negatívny gradient hydrostatického tlaku, ktorý môže vyvolať hmotový tok. Porovnanie výsledkov našich meraní relatívnej vodivosti vodivých pletív koreňov kukurice a ciroku cukrového s vypočítanou vodivostnou kapacitou, pri ktorej sa cievy hodnotia ako zväzok kapilár upozornilo na významné rozdiely /7,11,12/. Relativná vodivosť bola vždy nižšia. Príčinou rozdielov bol nerovnaký počet ciev, rozdielna dĺžka cievnych článkov a ich polomerov, veľkosť perforačných otvorov, odpor zvyškov priečnych stien cievnych článkov a štruktúra vnútorných povrchov. Z hľadiska odporu pozdĺžnemu toku je najvýznamnejšia dĺžka cievnych článkov a veľkosť perforačných otvorov /2,12/. Predpokladá sa, že hmotový tok vody v xyléme prebieha v systéme kde je odpor omnoho menší ako v druhých alternatívnych cestách, a že tento odpor je stály. V pevnom, kontinuálnom a vodou naplnenom systéme je tento predpoklad pravdepodobný /15/. Len čo vodivé pletivá zmenia z akejkoľvek príčiny svoju geometriu predpoklad prestane platiť. Huck et al. /5/ dokazujú tesné spojenie vodného potenciálu obsahu xylému stonky a koreňov merateľnými zmenami priemeru zrelého koreňa v počučajajších hodinách. Myslia, že tie-to zmeny ovplyvnia aj lumen vodivých pletív a menia ich vodivostnú kapacitu. Málo preskúmaná je dosiaľ organizácia vasku-

lérneho systému v tranzitnej oblasti prechodu koreňa do stonky.

Vodivé pletivá xylému sa považujú za veľmi účinný tranzportný systém. Najmä v xyléme koreňa sa výrazne uplatňuje vzťah medzi poróznosťou a možnosťou vedenia. Predpoklad, že vodivostná kapacita koreňového systému pre pozdižny tok vody je väčšia ako tá, ktoré je momentálne využitá, naše merania relativnej vodivosti koreňov koreňového systému kukurice potvrdili /11,12/. Súčasne ukázali, že všetky korene koreňového systému kukurice majú až do konca života vlastnosti orgánov potenciálne vhodných pre pozdižny tok vody /8,9/.

#### Literatúra

1. Boyer, J.S., *Planta* 117 /1974/, 187-207.-2. Briggs, H.W., *Transport of water in plants*. Blackwell Sc.Publ., Oxford 1967.
3. Brouwer, R., *Proc.kon.Ned.Akad.* C57 /1954/, 66-80.-4. Lamm, H., *Jb.wiss.Bot.* 69 /1928/, 1-100.-5. Huck, M.C., Klemm, Betty, Taylor, S.A., Wiebe, H.H., *Plant Physiol.* 43 /1974/, 529-530.-6. Jensen, R.D., Taylor, S.A., Wiebe, H.H., *Plant Physiol.* 36 /1961/, 633-638.-7. Kozinka, V., Luxová, M., *Biol.Plant.* 13 /1971/, 45-57.-8. Kozinka, V., *Biológia /v tlači/*.-9. Kozinka, V., *Biológia /v tlači/*.-10. Kramer, P.J., *Plant and Soil Water Relationships: A Modern Synthesis*. McGraw-Hill, New York 1970.-11. Luxová, M., Kozinka, V., *Biol.Plant.* 12 /1970/, 1-12.
- Luxové, M., Kozinka, V., *Biológia* 28 /1973/, 227-234.-13. Neelon, A.E.S., Weatherley, P.E., *New Phytol.* 64 /1966/, 414-427.-14. Parsons, L.A., Kramer, P.J., *Physiol.Plant.*, 30 /1974/, 19-23.-15. Rawlins, S.L., *Bull.Conn.Exp.Stn.* 664 /1963/, 59-72.-16. Slatyer, R.O., *Plant-water Relationships*. Acad.Press, New York 1967.-17. Stoker, R., Weatherley, P.E., *New Phytol.* 70 /1971/, 547-554.-18. Tinklin, R., Weatherley, P.E., *New Phytol.* 65 /1966/, 85-88.-19. Van den Honert, T.H., *Discuss.Var. Soc.* 3 /1948/, 146-153.-20. Faiz, S.M.A., Weatherley, P.E., *New Phytol.* 78 /1977/, 337-347.

## КОРЕНЬ РАСТЕНИЙ КАК ОРГАН ПРОДОЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ВОДЫ

Владимир Козинка

Понятие течения воды в системе почва-растение-атмосфера, как непрерывно протекающего процесса, который можно считать аналогичным течению электрического тока является ценным вносом физиологов растений последних десятилетий в исследование водного режима растений. Представляет собой полезную гипотезу, которая рассматривает ток воды через почву, корень, стебель и листья и испарение воды в воздух в соотношении сил приводящими воду в движение и сопротивлениями току на каждом этапе движения воды. Продольное течение воды в корне протекает прежде всего в тканях ксилемы и интерпретируется как течение в капиллярной системе. Если это течение имеет ламинарных характер и подчиняется законом Пуазейля, проводимые элементы принимают участие в проведении воды биквадратом своего радиуса (при условии одинаковой длины, постоянного давления и коэффициента трения). В ксилеме корня выразительным образом находит применение отношение между пористостью и возможностью проведения. Проводимая поверхность не очень большая, но имеются условия для скорого тока. Сложной является организация васкулярной системы в области перехода корня в стебель, прежде всего у травянистых растений. Движущей силой продвижения воды в ксилеме является отрицательный градиент гидростатического давления. Сравнение результатов измерений относительной проводимости сегментов центрального цилиндра с теоретической мощностью проводимости, при которой сосуды воспринимаются как пучок капилляров, обратило внимание на выразительные различия. Причиной являются прежде всего: не одинаковое число сосудовразная длина сосудистых элементов и их радиус, размер перфорационных отверстий, сопротивление остатков поперечных стенок, сосудистых элементов, структура внутренних поверхностей. В этих частях системы почва-растение-атмосфера, в которых вода движется как жидкость, корень с точки зрения структуры является самой сложной ее частью.

## TRANSPIRACE LESNÍCH DŘEVIN

Miroslav Penka

V dřívějších pracích se ukázalo, že vhodné volené umělé závlahy mohou výrazně zvýšit rostlinnou produkci, zejména u zahradních, polních, lučních a pastvinních plodin (6, 11). Protože tato problematika byla v daleko menší míře studována u lesních dřevin (4,5), pokusili jsme se řešit tyto otázky u semenáčků vybraných lesních dřevin.

## Materiál a metodika

Jako pokusného materiálu jsme použili dvouleté semenáčky *Pinus silvestris* L. a *Picea excelsa* (Lam.) Link. Jedna pokusná plocha s těmito semenáčky byla zavlažována, druhá pokusná plocha byla bez zavlažování, sloužila pro kontrolu. U pokusných rostlin jsme sledovali růstové a vývojové změny (čerstvá váha, obsah vody, sušina, délka) a výdej vody zejména transpiraci a schopnost udržovat vodu. Ke stanovení všech fyziologických charakteristik jsme použili gravimetrických metod (1,2,3,7,8,9,10,11,12). Transpiraci jsme vyjadřovali jako intenzitu transpirace a jako spotřebu vody na transpiraci (sumu transpirace).

## Výsledky a jejich hodnocení

Ze získaných výsledků lze uvést alespoň některé. U všech pokusných rostlin bylo zjištěno, že použité závlahy příznivě ovlivnily jejich růst a to u semenáčků smrku v průměru o 30% a borovice o 60%. Ve všech případech byly zjištěny u zavlažovaných rostlin vyšší hodnoty sušiny a zejména obsahu vody.

Použité závlahy pozměnily i habitus, morfologii nadzemní i podzemní části. Zavlažované rostliny byly větší (vyšší, delší), mohutnější, podzemní část bohatě větvená, nadzemní část s větším počtem jehlic.

Zjištěné hodnoty intenzity transpirace (IT) u pokusných semenáčků smrku i borovice nevykazovaly velkých roz-

## dílů.

Zřetelné rozdíly v hodnotách intenzity transpirace zavlažovaných a nezavlažovaných semenáčků byly zejména v prvních deseti minutách. U nezavlažovaných pokusných semenáčků došlo ve všech případech k tzv. Ivanovovu skoku, tj. náhlému zvýšení výdeje vody, zatímco u zavlažovaných semenáčků tomu tak nebylo. Tento Ivanovův skok se vyskytoval u nezavlažovaných semenáčků po celé vegetační období, bez ohledu na vývojové fáze.

Poněkud jiný obraz jsme dostali při sledování spotřeby vody na transpiraci (ST). U pokusných rostlin smrků nebylo velkých rozdílů mezi zavlažovanými a nezavlažovanými semenáčky. Rozdíly byly u borovice, u níž zavlažované rostliny vykazovaly výrazně vyšší hodnoty ST.

Celková spotřeba vody na transpiraci jednoho zavlažovaného semenáčku smrků za celé vegetační období činila 0,62 l a u nezavlažovaného 0,44 l; u zavlažovaných semenáčků borovice 1,17 l a u nezavlažovaných 0,74 l.

Zejmavé bylo srovnání hodnot transpiračních koeficientů (TK). U zavlažovaných semenáčků smrků činilo TK 248, u nezavlažovaných 368, u zavlažovaných semenáčků borovice 381, u nezavlažovaných 660. Zavlažované semenáčky "hospodařily ekonomičtěji" se spotřebou vody na g sušiny než semenáčky nezavlažované. Ve všech případech zavlažované rostliny spotřebovaly na produkci g sušiny méně vody než nezavlažované rostliny (u smrků o 48% a u borovice o 73%).

Při sledování hodnot schopnosti udržovat vodu se ukázalo, že nejvyšší schopnost udržovat vodu měla borovice (175 až 180 mg. g<sup>-1</sup> ČV 2 hod.<sup>-1</sup>), pak následoval smrk (200 až 210 mg. g<sup>-1</sup> ČV 2 hod.<sup>-1</sup>). Ve všech případech se ukázalo, že zavlažované semenáčky měly menší schopnost udržovat vodu než nezavlažované semenáčky. Z toho lze usuzovat na jejich menší odolnost vůči suchu, k čemuž je třeba přihlížet např. při sadbě.

V závěru lze ještě říci, že z hlediska metodického se ukazuje, že u pokusných dřevin je třeba věnovat zvýšenou pozornost výskytu tzv. Ivanovova skoku, Stejnou pozornost je třeba věnovat i výběru pokusného materiálu odebíraného k měření (okrajový efekt, rozdíl mezi minimální a maximální váhou v korku atd.).

Pro praxi lze doporučit využít zjištěných změn transpirace zkoumaných semenáčků při zpracování závlahového režimu, zejména určení doby závlah (v průběhu dne a vegetačního období) a množství závlah (závlahové dávky denní a za celé vegetační období).

Při využití zavlažovaných semenáčků jako sadebního materiálu je třeba doporučit tzv. obalované sadby. Sadební materiál s obalovaným kořenovým systémem má oproti prostokoroženným sazenicím mnoho výhod: nepoškozuje se kořenový systém, růstové procesy mohou kontinuitně pokračovat bez šoku atd.

Pro praktické účely může být významné zjištění velké schopnosti semenáčků borovice "ekonomicky hospodařit" s vodou.

#### Literatura

1. Cetl, I., Čs. biol. 2(1953), 361 - 369. - 2. Cetl, I., Rozpravy ČSAV 67 (1957), 8,1 - 108. - 3. Cetl, I., Penka, M., Čs. biologie, 2(1958), 81- 86. - 4. Dušek, V., Dosa-  
vadní poznatky se zavlažováním v lesních školkách. ZZ  
(Strnady), 1965. - 5. Dušek, V., Kotyza, F., Moderní  
školkařství. (Praha), 1970. - 6. Penka, M., Folia fac.  
sci. nat. univ. Purkynianae. Biologia, 4 (1963), 1-184.-  
7. Penka, M., Sborník VŠZ, Řada C, 4 (1965), 257- 270.-  
8. Penka, M., Biol. Plant. 10 (1968), 325- 333. - 9.  
Penka, M., Lesnictví 6 (1969), 507 - 518. - 10. Penka, M., Lesnictví 16 (1970), 1063 - 1075.- 11. Penka, M., Baňoch,  
Z., Hemerka, G., Zavlažování rostlin. SZN, (Praha), 1973.-  
12. Slavík, B. a spol., Metody studia vodního provozu  
rostlin. Academia, (Praha), 1965.

Мирослав Пенка

Примененные поливные нормы сказали положительное воздействие на рост подопытных сеянцев ели и сосны. Об этом свидетельствует сопоставление измерительных данных о своей массе, содержании воды, сухой массе и длине.

Разности во выдаче воды подопытными растениями не были до такой степени заметны как разности в ростовых характеристиках. Величина интенсивности транспирации у орошаемых сеянцев незначительно выше чем у неорошаемых сеянцев.

Потребление воды на транспирацию заметно выше у орошаемых сеянцев.

Транспирационные коэффициенты достоверно выше у неорошаемых сеянцев.

Водоудерживающая способность растений была наиболее высокой у сеянцев сосны, затем у сеянцев ели. У орошаемых сеянцев водоудерживающая способность несколько ниже, по сравнению с неорошаемыми сеянцами.

Кажется, что с точки зрения методики у подопытных древесных пород следует уделять особое внимание наличию т.наз. скачку Иванова и наряду с тем также отбору подопытного материала, предназначенного для измерений (побочный эффект, разница между минимальной и максимальной массой пробы и т.п.).

для практики можно рекомендовать использование определенных изменений транспирации рассматриваемых сеянцев при разработке режима полива, в частности определение срока полива (в течение дня и вегетационного периода) и количества поливной нормы в сутки и за весь вегетационный период.

При использовании орошаемых сеянцев в виде посадочного материала нужно рекомендовать т.наз. саженцы с комом земли. Посадочный материал, обладающий корневой системой с комом земли, отличается в сравнении со саженцами с корневой системой без земли, многими выгодами: корневая система не повреждается, процессы роста могут продолжать непрерывно без шока и т.п.

Для практических целей определение большой способности сеянцев сосны "экономически вести хозяйство с водой" может иметь большое значение.

EKOFIZIOLOGICKÉ ŠTUDIUM DIFÚZNÝCH ODPOROV LISTOV RASTLÍN  
DUBOVÉ-HRABOVÉHO LESA NA VÝSKUMNEJ PLOCHE IBP V BÁBE PRI  
NITRE

Pavol Eliáš

Difúzne odpory listov sú významné pri difúznej výmene plynov medzi rastlinou a okolitou atmosférou, najmä pri difúzii  $\text{CO}_2$  vo fotosyntéze a difúzii vodnej pary v transpirácii. Za určitých podmienok sú limitujúcimi faktormi spomenných fyziologických procesov.

Hodnoty difúznych odporov listov sa vyžadujú vo vypracovaných modeloch fotosyntézy a vodného režimu rastlín alebo celých rastlinných spoločenstiev a pri výpočtoch evapotranspirácie porastov /7, 9, 10, 12/.

Na Výskumnej ploche IBP v Bábe pri Nitre sme sa v rokoch 1974-77 zamerali tiež na ekologicko-fyziologické štúdium difúznych odporov rastlín dubovo-hrabového lesa. Osobitná pozornosť bola venovaná dospelým stromom, ktoré sú rozhodujúcou zložkou lesného ekosystému. Niektoré výsledky týchto meraní už boli publikované /2, 3, 4, 5/.

Materiál a metódy. Merania sme robili v asi 78 ročnom poraste dubovo-hrabového lesa /Primulae veris-Carpinetum/ na juhozápadnom Slovensku. Vo vrstve stromov /výška 18-20 m/ sme merali *Carpinus betulus* /prevláda/, *Quercus petraea*, *Q. cerris*, *Acer campestre* /výslnné i tienové listy/, vo vrstve krov /okrem krovitých jedincov stromových druhov/ *Ligustrum vulgare*, *Crataegus oxyacantha*, *Cornus mas* a *Euonymus verrucosa*, vo vrstve bylín *Pulmonaria officinalis*, *Mercurialis perennis*, *Galeobdolon luteum*, *Glechoma hirsuta*, *Geum urbanum*, *Fragaria moschata*, *Viola cyannea*, *Sanicula europea*, *Polygonatum lathifolium*, *Convallaria majalis* a semenáčik *Acer campestre*.

Difúzna odpory listov / $r_1$ / sme merali difúznym porometrom s horizontálne umiestneným snímačom vlhkosti /6/. Merania sme robili na intaktných listoch /obyčajne len na abaxiálnom povrchu/ a to v 24-hodinových cykloch alebo jednorázove pri vybraných zástupcoch jednotlivých vrstiev súčasne.

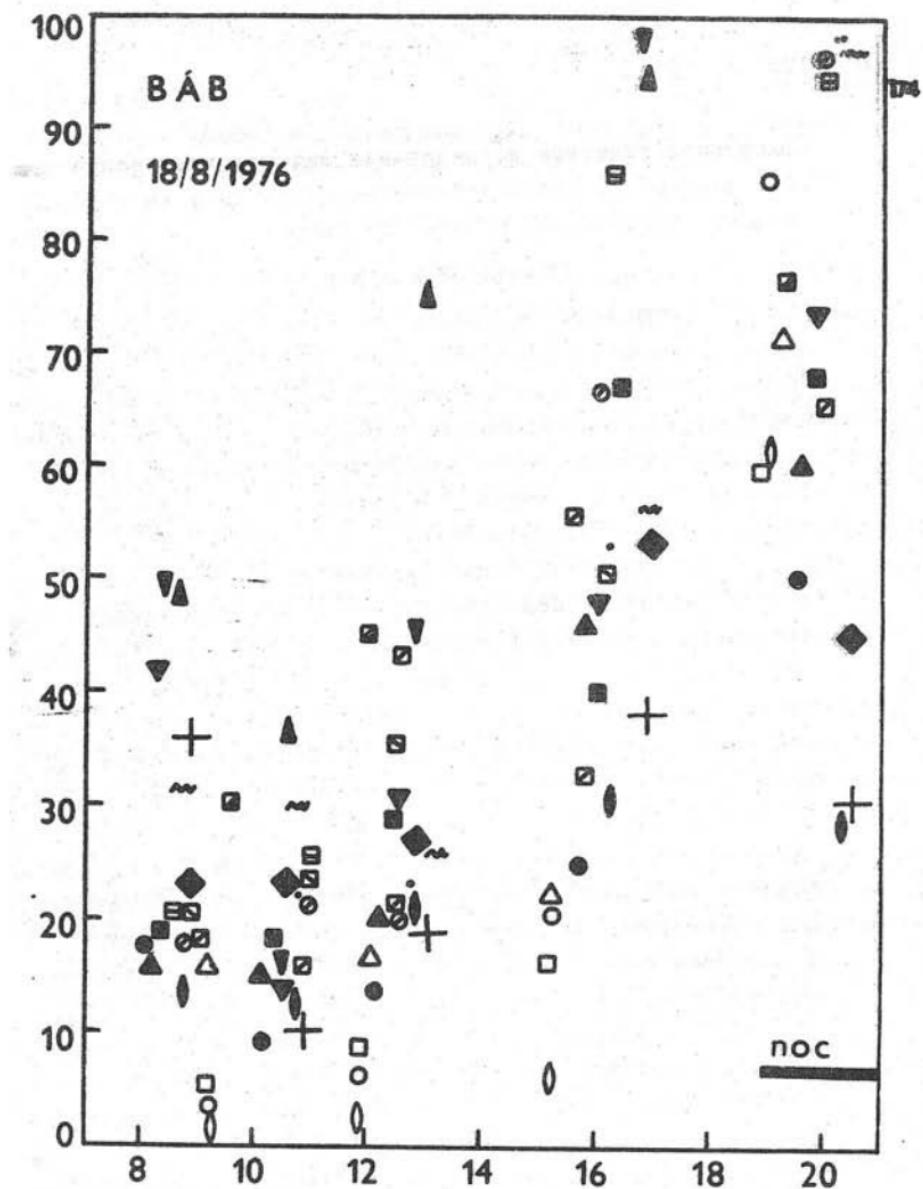
Listy krov boli sprístupnené pomocou stojana a listy stromov špeciálnou trubkovou konštrukciou. Vodný sýtostný deficit listov sme stanovili terčíkovou metódou /1, 11/ a vlhkosť pôdy termogravimetrickou metódou. Meteorologické prvky boli zaznamenávané v 10-minútových intervaloch automaticky ústredňou Meteorologického observatória GÚ SAV v Bábě.

Výsledky a diskusia. Výsledky z prvých dvoch rokov štúdia  $r_1$  výslnných a tieňových listoch dospelých stromov boli čiastočne publikované /3,4,5/ a krátko sú zhrnuté v abstrakte.

Pri súčasnom meraní  $r_1$  stromov, krov a bylín sa ukázalo, že prieduchy rastlín vo vnútri porastu /podrast lesa/ sa ráno otvárajú neskôr a popoludní zatvárajú skôr ako prieduchy listov na aktívnom povrchu. Pri nízkom vodnom deficite minimálne hodnoty  $r_1$  bylín boli nižšie ako súčasne merané hodnoty  $r_1$  výslnných listov stromov. Tieto hodnoty však byliny dosahovali len v podmienkach slnečných škvŕn. V stresových podmienkach najnižšie hodnoty  $r_1$  /alebo  $r_g$ / boli zistené vo výslnných listoch stromov. Rýchlejšie zvýšenie  $r_1$  bylín v porovnaní s drevinami sa vysvetluje predovšetkým zmenšením zásob vody v koreňovej zóne bylinného podrastu /8/.

Na obr.1 je príklad jednodňového merania  $r_1$  stromov, krov a bylín v podmienkach mierneho stresu v lete 1976.

- Literatúra. 1. Čatský,J., Biol. Plant. 2 /1960/, 76-78. -  
 2. Eliáš,P., Acta Musei Silesiae, ser.C-Dendrologia 25 /1976/  
 107-118. - 3. Eliáš,P., Folia dendrologica 5 /1976/, v tlači.  
 - 4. Eliáš,P., In: Fotosyntéza a vodný režim lesných drevín,  
 Zborn. ref. dendrofysiolog. seminár, /1977/, 84-91. - 5. Eliáš,P., Acta Musei Silesiae, ser.C /1977/, v tlači. - 6. Kamenas, E.T. et al., Plant Physiol. 44 /1969/, 881-885. -  
 7. Miller, P.G., Stoner, W.A., Ecology 57 /1976/, 411-430.  
 - 8. Moldau, Ch. A., In: Vodnyj obmen v osnovnyx tipach  
 rastitelnosti SSSR, Novosibirsk, 1975, 42-49. - 9. Reed,K.L.  
 et al., J. appl. Ecol. 13 /1976/, 925-942. - 10. Ripley,E.,  
 Saugier,B., Proc. 1974 Int. Sem. Heat and Mass Transfer in  
 Environment of Vegetation, Dubrovnik, 311-325. - 11. Slavík,  
 B., Methods of studying plant water relations, Praha, 1974.  
 - 12. Stewart,J.B., Thom,A.S., Quart.J.R.Met.Soc. 99 /1973/,  
 154-170.



Obr.1 Zmeny difúznych odporov listov rastlín v dubo-hrabo-vom lese počas jedného letného dňa. - Fig.1 Diurnal pattern of leaf diffusion resistances / $s \text{ cm}^{-2}$ , abaxial surfaces only/ of 4 adult tree species /hollow signs for sun and ■ for shade leaves/, 4 shrubs /dashed signs/, 1 seedling /■/ and 10 herbs /solid and other signs/ growing in an oak-hornbeam forest /summer 1976, moderate stress conditions/. Each point is the mean of five /or more/ leaves.

Экофизиологические исследования диффузионных сопротивлений листьев растений дубово-грабового леса на экспериментальном участке МВП в Вабе при Нитре.

Павол Элаш

Диффузионные сопротивления листьев транспирации ( $r_1$ ) измерялись при помощи диффузионного порометра в течение 1974 - 1977 на взрослых деревьях, кустарниковых экземплярах и сеянцах деревесных видов, на кустарниках и травах растущих в смешанном лесном насаждении в южной Словакии (Чехословакия). Дефицит водного насыщения листьев и влажности почвы также определялся.

Дневный ход сопротивления устьиц ( $r_s$ ) в световых листьях взрослых деревьев обычно отражает дневные циклы солнечной радиации. В относительно постоянных световых условиях уровень величин определялся эвапорационными требованиями атмосферы (дефицит упругости водяного пара) и влажностью почвы которые отражались в состоянии воды в листьях. В условиях низкой влажности почвы в 1974 г. средняя величина  $r_1$  абаксиальной поверхности ( $r_s$ ) в световой части дня был с 9,3 до 33,0  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$  и  $r_1$  адаксиальной поверхности без устьиц (кутикулярное сопротивление) был явно выше, дневные средние величины колебались от 90 до 180  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$ . В условиях достаточного увлажнения средние величины  $r_s$  в световой части дня в 1974 с 2,4 до 11,1  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$  в 1975 г. с 1,7 до 8,3  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$ . В нижних частях крон деревьев  $r_s$  теневых листьев был выше чем в световых листьях с вершин крон. Величины минимального  $r_s$  в листьях кустарниковых экземпляров и сеянцев превесных видов были ниже чем те же величины в теневых листьях взрослых деревьев.

Минимальные величины  $r_s$  измеренные летом 1976 были в листьях четырех видов кустарников с 6,1 до 19,5 (30,4)  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$  и в листьях десяти видов с 4,8 до 17,3 (31,3)  $\text{sec} \cdot \text{cm}^{-1}$ . В условиях достаточного увлажнения минимальные  $r_1$  трав были обычно ниже чем  $r_1$  световых листьев взрослых деревьев.

ZMENY VODNEJ BILANCIE NA SVETLE A TME  
PRI JAČMENI INFIKOVANOM MÚČNATKOU

Stanislav Priebradný

Vzťahom medzi príjmom vody a transpiráciou vo vodnom režime rastlín infikovaných obligátnymi parazitmi sa dosiaľ nevenovala pozornosť. Bolo potrebné študovať ich v závislosti od períoď svetla a tmy, ktoré po infekcii múčnatkou ovplyvnili intenzitu spomenutých procesov rozlične /3, 4/. Pokusy sa vykonali s náchylným aj s rezistentným kultivarom v skorších fázach konídiového cyklu huby. Príjem vody sa zistoval v potometroch po 16 hodinách svetla a 8 hodinách tmy, výdaj gravimetrickou metódou súčasne ako príjem. Ako ukazovateľ vodnej bilancia sa volili hodnoty pomeru: príjem/výdaj vody. Bližšie údaje sú v predchádzajúcich prácach /3, 4, 5/.

Príjem aj výdaj vody rastlinami na svetle sa v prvých fázach vývinu huby potlačuje, pričom príjem celkovo trochu menej ako výdaj /obr. 1, 2/. Tak aj pri istom spomalení výmeny vody vodná bilancia infikovaných rastlín spočiatku nie je horšia, ba naopak, jej hodnoty mierne prekračujú ich úroveň pri zdravých rastlinách. Je však vidieť, že pri náchylnom kultivare táto tendencia trvá dlhšie /obr. 3/, kým pri rezistentnom iba do začiatku štadia fruktifikácie, odkedy sledované hodnoty už slabo konveruju do opačného smeru /obr. 4/.

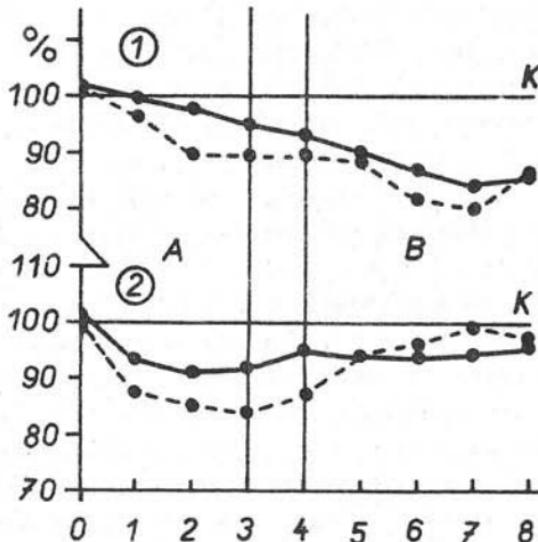
V tme je pomer príjmu vody ku transpirácii po infekcii múčnatkou buď nezmenený, alebo nižší ako pri zdravých rastlinách. Jeho pokles pri náchylnom jačmeni na konci sledovaného obdobia /obr. 5/ už negatívne ovplyvňuje celkovú dennú vodnú bilanciu hostiteľskej rastliny /6/. Malé zmeny vo vodnej bilancii rezistentného jačmeňa v tme v štadiu fruktifikácie /obr. 6/ sú z tohto hľadiska nevýznamné. Môžu byť spojené s vyššou priepustnosťou pletív v ohniskách výskytu parazita, ktorých bunky nekrotizujú.

Vodná bilancia náchylného kultiveru, kym sa ešte nenarušuje, deviuje po infekcii múčnatkou v inom smere na

svetle ako v tme. Zdá sa, že parazitom narušenú výmenu vody v tme si hostiteľ začas vyrovnáva v períodach svetla, keď majú v rastline vysoké rozpäťie základné anabolické procesy a možno je aj zvýšená syntéza ochranných látok. Prítomnosť antifungálnych fytosalexínov v jačmeni infikovanom mŕčnatkou sa v poslednom čase dokázala /1/.

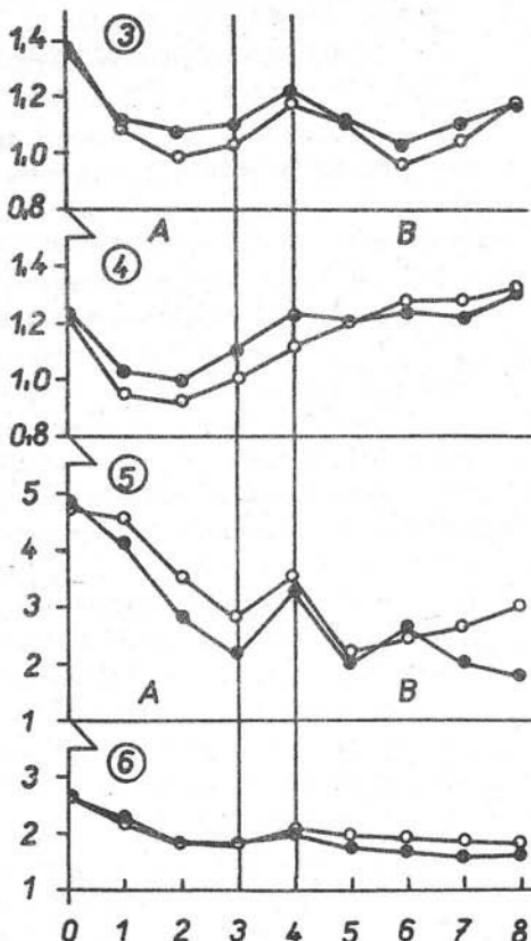
Pri obidvoch rôzne susceptibilných hostiteľoch je na svetle hneď od napadenia parazitom zreteľný rys uchrániť si až zlepšovať vodnú bilanciu. Tento rys v prvých dňoch adekvátnie korešponduje s podobne deviovaným priebehom aj iných fyziologických procesov - s prechodom vzostupom obsahu vody, stimuláciou rastu, fotosyntézy, tvorby chlorofylev a pod. /2 a i./. Prisznív vodnú bilanciu si však náchylný hostiteľ ďalej udržuje už na úkor týchto a ďalších procesov. V pokročilom štádiu fruktifikácie mŕčnatky je pri ňom zrejmý už celkový zväret ku katabolickej orientácii látrovej výmeny sprevádzaný následne aj poklesom vodnej bilancie. Pri infikovanom rezistentnom kultivare sa anabolický trend vodnej bilancie na svetle prejavuje kratšie, ale nasledujúca quasi "katabolická" fáza hlbšie ne-

Zmeny v príjme  
---/ a výdaji /---/  
vody v períodach  
svetla pri infiko-  
vaných rastlinach  
v porovnaní so zdra-  
vými /K/ = 100%;  
os x: dni po  
inokulácii, A - in-  
kubačné obdobie,  
B - fruktifikácia;  
1 - náchylný -,  
2 - rezistentný  
kultivar jačmeňa



Hodnoty pomeru:  
prijem vody /výdaj vody v perió-  
dach svetla /3, 4/ a  
tmy /5, 6/ pri zdrá-  
vých /ooo/ a infiko-  
vaných /eee/ rastlin-  
ných jačmeňa náchyl-  
ného /3, 5/ a rezis-  
tentného /4, 6/ kult-  
tivaru

The ratio values:  
water uptake  
water loss  
in light /3, 4/ and  
dark /5, 6/ periods  
at healthy /ooo/ and  
mildewed /eee/ sus-  
ceptible /3, 5/ and  
resistant /4, 6/  
barley cultivars;  
absc.: days after  
inoculation, A- in-  
cubation time,  
B - fructification



progreduje a je v podstate prechodom späť k fyziologickým pomerom v zdravých rastlinách.

Literatúra: 1. Oku, H. a spol., Ann. Phytopath. Soc. Jap. 41 /1975/, 185-191. - 2. Paulech, C. a spol., Vplyv múčnatky trávnej na fyziologické procesy jačmeňa. Veda SAV, /Bratislava/, 1975. - 3. Priebradný, S., Phytopath. Z. 83 /1975/, 109-118. - 4. Priebradný, S., Phytopath. Z. 90 /1977/, 1-11. - 5. Priebradný, S., Biológia 32 /1977/, /v tlači/. - 6. Priebradný, S., Biológia 33 /1978/.

ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО БАЛАНСА НА СВЕТУ И ВО ТЬМЕ  
У ЯЧМЕНИ ИНФИЦИРОВАННОГО МУЧНИСТОЙ РОСОЙ

Станислав Приеградин

Изучались изменения водного баланса после инфекции грибом *Erysiphe graminis f.sp.hordei Marchal* культивара весеннего восприимчивого ячменя ("Словенски дунайски трг") и устойчивого ("Професор Шиман") к паразиту. Опыты проводились в конлипированной камере (16 часов на свету, 8 часов в темноте) в более ранних фазах асексуального цикла гриба с неповрежденными растениями. Показателем водного баланса служили величины соотношения: поглощение воды/транспирация. Поглощение воды определялось в потометрах, транспирация гравиметрическим методом.

Особенности реакции инфицированного восприимчивого растения к паразиту на свету, приводят сначала к восходящему тренду водного баланса, который продолжается до стадии продвинувшейся фруктификации. Наоборот, в темноте сразу же после инфекции наблюдалось перемещение в сторону катаболической ориентации обмена, которое с развитием гриба увеличивается и ухудшает также итоговый суточный водный баланс (после того, когда уже явно общее депрессивное влияние мучнистой росы на жизнеспособность восприимчивого растения). Изменения водного баланса лимитируют период патогенеза, пока восприимчивый организм, еще сопротивляется напору паразита, и с какого момента его деятельности уже перестает сопротивляться.

У устойчивого культивера восходящий тренд водного баланса на свету проявляется только до начала стадии фруктификации. После этого срока величины наблюдаемого соотношения склонны тек на свету как и в тьме, отклоняются ниже уровня здоровых растений. Однако возникшие различия в дальнейшем не увеличиваются, и в соответствии с незначительными измененными величинами других процессов они вне отрицательного воздействия на жизнеспособность устойчивого растения-хозяйина.

# VYUŽITÍ A ZNEUŽITÍ HODNOT KOEFICIENTU ÚČINNOSTI SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ $\gamma$ V EKOLOGICKÉM VÝZKUMU

Jana Jakrllová

Ve všech současných ekosystémech jsou organické látky foto-autotrofních rostlin hlavním zdrojem energie. Rostlinný porost, jehož důležitou funkcí je fixace zářivé energie Slunce, resp. jeho fotosynteticky účinné složky (400-700 nm) (7) a její následná akumulace v potenciální energii chemických vazeb, tvoří v každém ekosystému bazální část t.zv. ekologické pyramidy.

Účinnost transformace slunečního záření lze chápát na několika úrovních: Buď na úrovni prostých chloroplastů, kdy může být dosaženo až 25 % (7), či na úrovni listů, rostlin nebo porostů. Účinnost uvažovaná na úrovni porostu je zejména u přirozených ekosystémů velice nízká, např. (5), (4) uvádějí 1 - 3 %. Žjištujeme-li na základě postupných odberů primární produkce spolu s údaji o radiaci změny v hodnotách  $\gamma$  v průběhu vegetační sezony, je nutno upozornit na momenty, ve kterých by mohlo dojít ke zkreslení či mylné interpretaci výsledků.

Na příkladu polopřirozeného lučního porostu mezického typu s dominancí *Alopecurus pratensis* na jižní Moravě bych poukázala na momenty, kdy šablonovitým hodnocením by mohlo dojít k chybné interpretaci procesů, které v porostu probíhají. Při jarních odběrech je třeba u přirozených porostů počítat s tím, že hodnoty  $\gamma$  jsou nadhodnocené (obr. 1). Odčerpávání plastických látek z mohutné soustavy podzemních orgánů /R:S = 3:1 (2)/ a jejich translokace do nadzemních částí má na jaře za následek prudký rozvoj biomasy nadzemních částí, která v tomto období málo přispívá ke kladné látkové bilanci rostlin. Za pravdivý odraz fotosyntetické účinnosti je možno pokládat hodnoty před první sečí, v období velké periody růstu, kdy již předpokládáme ukončený transport živin z podzemních orgánů do nadzemních částí porostu ( $\gamma = 2 \%$ ). Drastický zásah do porostu, jaký je seč, se odráží v prudkém snížení koeficientu  $\gamma$ . Vysvětlení je

můžno hledat jednak ve vyčerpanosti zásob v podzemních orgánech, jednak v nízkých hodnotách LAI a z toho plynoucího velkého podílu propadlého záření na povrch půdy, a v respiračních ztrátách souvisejících s regeneračními procesy.

Až po částečné regeneraci dosahuje porost opět hodnot  $\gamma$  kolem 2 %. V období od června a července, kdy by bylo možno vzhledem k vysoké radiaci (průměrně až 2000  $\text{kJ/m}^2/\text{den}$ ) předpokládat vysoké přírůstky organické hmoty, se  $\gamma$  udržuje překvapivě jen na hodnotách kolem 1 %. Zde dochází k feno-ménu, který byl zjištěn i u rákosu a zblochanu. Rostliny fotosyntetisují, ale hmotnost nadzemní biomasy se nezvyšuje (1). Dochází tedy pravděpodobně k transportu a ukládání rezerv zpět do podzemních orgánů. Kromě toho stanoviště faktory (vysoká radiace, vysoká vzdušná teplota a nízká půdní vlnkost) vedou ke snížení fotosyntetického procesu a tudíž ke snížení hodnot  $\gamma$ . Proto stanovování  $\gamma$  pouze na základě odběrů nadzemních částí porostů, což se v ekologických pracech dosti často vyskytuje, považuje za nepřesné a nedokonalé. Při studování vytrvalých porostů je tedy nutno více zkoumat přírůstky podzemních orgánů, což je ovšem dosud metodicky velice obtížná kapitola terenního výzkumu.

Další zdroj možných chyb může nastat srovnáváním hodnot  $\gamma$  nalezených různými autory. Vzorec pro výpočet  $\gamma$  zní:

$$\gamma = \frac{\text{kj ve vytvořené biomase} \cdot 100}{\text{kj v dopadlé záření}}$$

Přitom však:

- 1) energetický obsah biomasy je možno vyjádřit jednak v samotné sušině, nebo, což je hodnota vhodnější a méně kolísavá, v organické hmotě bez popele
- 2) při srovnávání hodnot  $\gamma$  z terenních a laboratorních měření je nutno si uvědomit, že během ontogenetického vývoje porostu se musí počítat asi s 50% respiračními ztrátami energetického zisku. Proto jsou v produkční ekologii zavedeny a užívány terminy hrubá a čistá produkce

- 3) rovněž při udávání hodnot dopadlého záření je nutno uvést, jedná-li se o záření celkové nebo o jeho fotosynteticky aktivní složku, která činí zhruba 45 %. Ta-to okolnost bývá v ekologických pracech často neuvedena
- 4) dle měničích se hodnot LAI a vyvíjející se struktury porostu během ontogenetického vývoje je nutno počítat i s měničím se poměrem dopadlého a zachyceného záření. Je však možno si stanovit konvenci, kdy  $\gamma$  bude počítáno z hodnot záření dopadlého. Teoreticky by mělo být  $\gamma$  tím vyšší, čím vyšší biomasy, eventuálně pokryvnost porost má.

Závislost mezi hodnotami koeficientu  $\gamma$  a nadzemní biomasou (obr. 2) se pokoušíme tuto hypotézu dokázat. Čím je hmotnost biomasy nižší, tím je i nižší využití slunečního záření. I když je možno při výpočtech hodnot  $\gamma$  vycházet pouze z dopadlého záření na plochu rostlin jež jsou fotosynteticky aktivní, není to ještě zcela přesné. Ve smyslu japonských autorů (6) je nutno uvažovat o konkurenci slunečního záření v porostu i mezi jednotlivými listy; vytváří se taková struktura listového zápoje, která je přizpůsobena podmínkám ozařování na daném stanovišti. Nelze tedy mechanicky přepočítávat na listovou plochu, neboť tok záření se zředuje tak, jak prochází porostem.

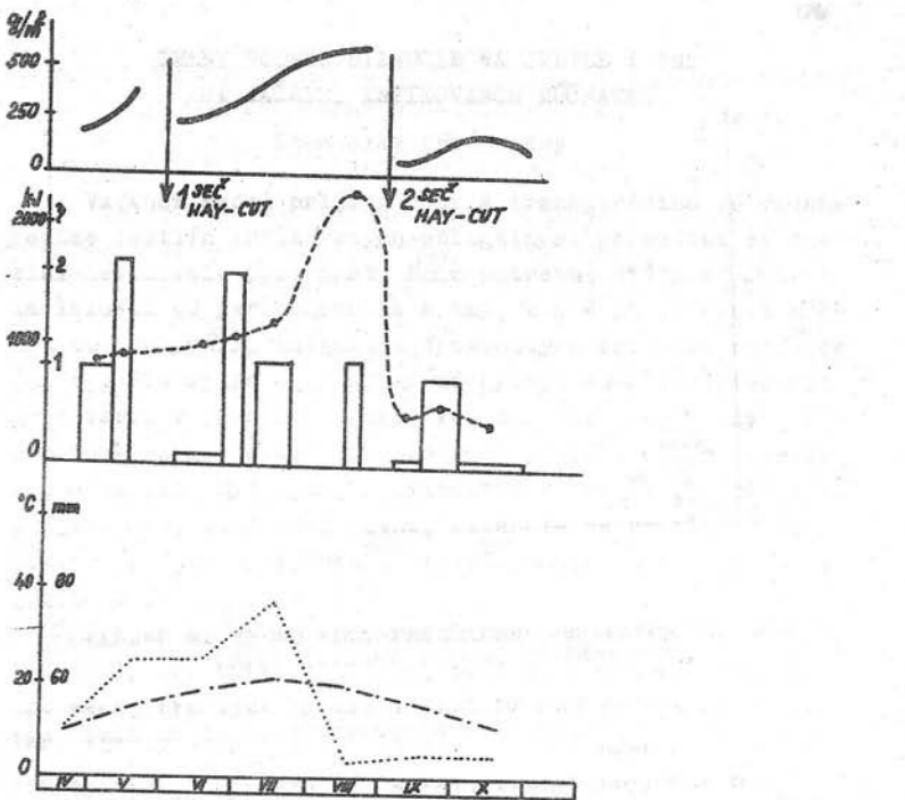
Odcizení druhové specifity a provedení rozboru měničích se hodnot  $\gamma$  během vegetace je nemyslitelné ocez znalostí a analýzy řídících proměnných (vhodnostní poměry, kolísání teplot, radiace, zásobení živinami atd.). Toto odclizení je možno provádět za optimálních podmínek v laboratoři. Bylo stanoveno (1) u listů Alopecurus pratensis  $\gamma = 9,8 \pm 1,3 \%$ . Tyto hodnoty jsou ovšem teoretické a lze z nich usuzovat především na potenciální produkční schopnost daného druhu.

I když účinnost sluneční energie je velice nízká ve srovnání s technickými systémy, jejichž účinnost se pohybuje od několika procent po hodnoty 20 - 30 % (3), stačí

i tyto nízké hodnoty pro obnovu a růst primárních producentů a navíc ještě dostačují pro všechny heterotrofní složky ekosystému a obnovují tak energetickou bilanci naší biosféry.

Literatura:

1. Glosser, J., Photosynthesis and Respiration of Some Alluvial Meadow Grasses: Responses to Soil Water Stress, Diurnal and Seasonal Courses. *Acta Sci. nat. Brno*, 1977. -
2. Jakrlová, J., Primary Production and Plant Chemical Composition in Flood-plain Meadows. *Acta sci. nat. Brno*, 1975. -
3. Klezkoek, J., Slunce a člověk. Academia, 1973. -
4. Lieth, H., The Measurement of Caloric Values of Biological Material and the Determination of Ecological Efficiency. In: Eckardt, F.E. (ed.): Functionning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level. Paris, 1968. -
5. Odum, E.P., Fundamental of Ecology. Philadelphia, 1971. -
6. Saeki, T., Kurciva, S., On-the-Establishment of the Vertical Distribution of Photosynthetic System in a Plant Community. *Bot. Mag.*, Tokyo, (1959). -
7. Šesták, Z., Čatský, J., Jarvis, P.G., Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods. Hague, 1971.



Obr. 1. nahoře: nadzemní biomasa u porostu mezického typu v r. 1967

above: aboveground biomass in mesic type, 1967

sušina nadzemní biomasy

uprostřed: koeficient  $\gamma$  a průměrný denní příkon sluneční energie (PhAR)

middle: coefficient  $\gamma$  and average daily input of solar energy (PhAR)

□ využití slunečního záření  $\gamma$  (v %)

{utilization of solar radiation  $\gamma$  (in %)}

průměrný denní příkon sluneční energie

— — — average daily air temperature

dole: průběh klimatických faktorů

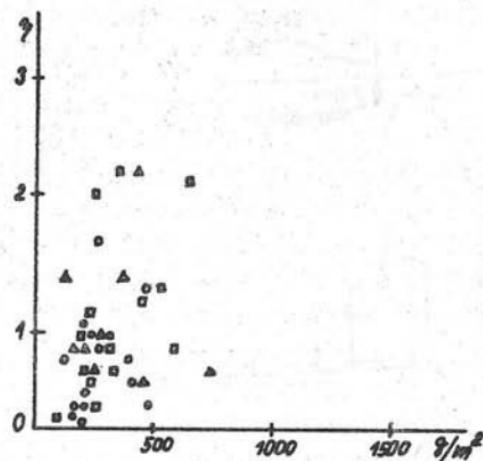
down: course of climatic factors

srážky (mm za měsíc)

{precipitation (mm per month)}

— — — průměrná denní teplota vzduchu (měsíční prům.)

{average daily air temperature (month averages)}



Obr. 2. Závislost hodnot koeficientu  $\gamma$  na hmotnosti nadzemní biomasy u lučních typů:

Dependence of the values of  $\gamma$  coefficient on the weight of aboveground biomass in these meadow types:

- - *Serratulo-Festucetum commutatae* (suchý typ)  
(dry type)
- - *Gratiola off. - Carex praecox-suzae subas. Galium boreale* (mezický typ)  
(mesic type)
- △ - *Gratiola off. - Carex praecox-suzae subas. Rorippa silvestris* (vlhký typ)  
(moist type)

ETIOLOGIA "ZELENÝCH OSTROVOV" VZNIAKAJÚCICH NA MIESTACH INFEKCIÉ  
NA JAČMENI NAPADNUTOM MÚČNATKOU

Alžbeta Haspelová-Horvátovičová a Božena Holúbková

"Zelené ostrovy" sú charakteristickým príznaokom niektorých parazitárovych ochorení rastlín. Kým príamo napadnuté časti listov strácajú pigmenty, objavujú sa na miestach okolo ložísk infekcie zelené škvroy, ktoré vytrvávajú aj na úplne zožltnutých listoch až do ich odumretia. Mnogi autori predpokladali, že v týchto "ostrovoch" pigmenty nanovo vznikajú zo žltinúceho pletive pod vplyvom patogéna.

V rámci našich skorších prác sme dokázali skutočnosť, že ostrovy existujú už v období, keď napadnutý list je ešte zelený, nie iba urýchlením žltnutia listov ich odtrhnutím a zatemnením, ale aj vyvarením úplne zelených listov v etanole bezprostredne po vytvorení infekčných dvorcov. Za nepriamy dôkaz nemožnosti vznikania "zelených ostrovov" až v katabolickom období zo žltinúceho pletive povezujeme aj tú skutočnosť, že sme počas patogenézy analyticky nikdy nezistili obdobie vzestupu obsehu pigmentov v listoch "s ostrovmi" v porovnaní s predchádzajúcimi štádiemi, čo by sa nutne muselo predpokladať, ak by tieto mali vznikať znova zo žltinúceho pletiva. Ďelším dôkazom toho, že v "ostrovoch" nastáva skôr zábrzdzenie degradácie chlorofylu ako jeho resyntéza je nízky pomer chlorofylu a:b v porovnaní s kontrolou. Pre pletivá s novovzukájúcimi molekúlami chlorofylu je charakteristický skôr vyšší pomer týchto farbív, lebo podľa názoru Šlyka a jeho školy /1/ chlorofyl b vzniká z mladých molekúl chlorofylu a. Náznakom zábrzdenia katabolických procesov v "ostrovoch" je aj nízky obsah violaxentínu /diepoxizeaxantínu/ v porovnaní s obsahom ostatných karotenoidov /2/. Ani inkorporácia <sup>14</sup>C do chlorofyllových molekúl v "zelených ostrovoch" cestou fotossimilácie <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> nebola v porovnaní s kontrolou vložená. Objevenie se "ostrovvov" nikdy zvýšená, čo by sa v prípade resyntézy chlorofylu muselo nutne predpokladať /3/.

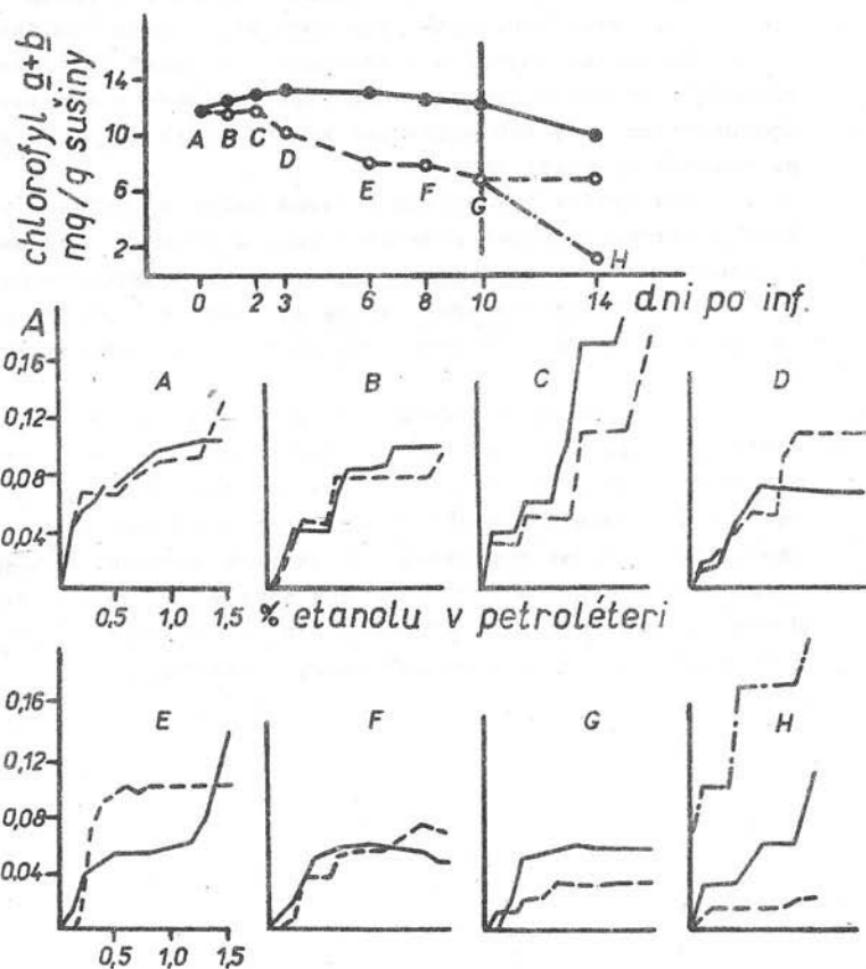
Dľa viscerých autorov /nepr. aj A/ je stupeň rozpustnosti chlorofylu v rozpúšťadlach so stúpejúcou polaritou jedným z príznakov pevnosti väzby chlorofyl-bielkovina. Naše štúdie tejto väzby potvrdili náš predpoklad o zebrzdení degradácie pigmentov v "ostrovoch" a nie jeho resyntézu.

Ako vidíme na obrázku, spočiatku sa pevnosť väzby pigment-bielkovine v infikovaných rastlinách podstatne nelíši od kontrol /do petroleteru s nízkym percentuálnym obsahom etenolu sa v štádiu B a C dokonca eluuje ešte o niečo menej chlorofylu/. Väzba začne slábnúť v štádiu D /esi na 4. deň po infekcii/. Extrahované, slabovo viezené frakcie chlorofylu tu pochádzajú zrejme z pletiva, ktoré nie je priamo nepadnuté, a ktoré už začína strácať pigmenty. Degradácia chlorofylu charakterizovaná slabou väzbou na bielkovinu dosahuje vrchol v štádiu E. Silnejšiu väzbu komplexu v ďalších štádiach pripisujeme tej skutočnosti, že z priamo neinfikovaných časti listov v tomto čase chlorofyl už do značnej miery vymyzol a do vyššie polárných roztokov extrahovaný chlorofyl pochádza už z "ostrovov" /nejmä štadium G/. Neďalek oášho predpokladu sme preto pri poslednom odberu /štadium H/ zvlášť extrahovali pigmenty zo "zelených ostrovov" po ich vystrihnutí zo zožltnutého pletiva. V porovnaní s kontroloou sa chlorofyl z úplne zelených "ostrovov" extrahoval iba veľmi ťažko /koncentrácia etenolu 1.5 % v petroleteri na extrakciu nestáčila/, kým z priamo nejednoutrivo žltuúceho pletiva sa chlorofyl vyextrahoval už do prvých málo polárnych frakcií.

Dôkaz pevnnejšej väzby chlorofyl-bielkovine považujeme za ďalší argument pre zebrzdenie rozkladu chlorofylu v "zelených" ostrovoch a nie pre ich novovznikanie zo žltuúceho pletiva.

#### Literatúra:

1. Šlyk, A.A., Metabolism chlorophylla v zeljenom rastenij. Nauka i technika, Minsk, 1965. Frič, F., a Hespelová-Horvátovičová A., Beitrag zur Pathogenese mehltaubefallener Gerste /Erysiphe graminis f.sp. hordei Marchal/. Biol. práce XI/8, 1967. , Hespelová-Horvátovičová A. a Holubková B., Phytopath. Z. 88 /1977/ 193-198.



Extrahovateľnosť chlorofylu do rôznych polárnych rozpúšťadiel ako znak pevnosti väzby pigment-bielkovina. Horná krivka: Schéma zmien obsahu chlorofylu počas patogenézy. Dolné krivky: Množstvo chlorofylu v jednotlivých frakciách rozpúšťadiel. A - H : štádiá pri odbere materiálu. Plné čiary - zelené ostrovky; bodkočiarky - žltinúce pletivo.

## ЭТИОЛОГИЯ "ЗЕЛЕНЫХ ОСТРОВОВ" ВОЗНИКАЮЩИХ В МЕСТАХ ИНФИЦИРОВАНИЯ НА ЯЧМЕНЕ ЗАРАЖЕННОМ МУЧНИСТОЙ РОСОЙ

Альжбета Гаспелова-Горватовичова, Божена Голубкова

Отдельные авторы о "зеленых островах" являющимися характеристическим признаком листьев зараженных паразитом предполагали, что они возникают из желтеющей листовой ткани в катаболической фазе.

Выварением совершенно зеленых листьев ячменя с хорошо развитым мицелием мучнистой росы в этаноле, динамическими анализами пигментов и наблюдением за инкорпорацией  $^{14}\text{C}$  в молекулы хлорофилла, авторы определили, что "острова" существуют уже в первых днях после инфицирования листьев.

В предлагаемой работе было установлено, что сохранение хлорофилла в "островах" в период катаболизма, в отличие от его ресинтеза тем, что была определена более прочная связь пигмента с белковым комплексом в "островах" по сравнению с прямо незараженными частями листьев. Прочность связи комплекс-белок изучалась при помощи экстракции пигментов в растворители с повышающейся полярностью (эфир петроленный с постепенным добавлением этанола).

OTÁZKY RASTU A DIFERENCIÁCIE

## OTÁZKY RASTU A DIFERENCIÁCIE

Mária Luxová

Rast a diferenciácia stoja v popredí záujmu súčasnej biológie. Je to podmienené do značnej miery tým, že poznatky o subštruktúre buniek, získané pomocou elektrónového mikroskopu, ako i rozvoj cyto- a histochémie a molekulárnej biológie umožnili preklenúť priečasť, ktorá existovala medzi pozorovaním v svetelnom mikroskope a medzi výsledkami biochemických analýz.

Rast býva definovaný ako proces, podmienený delením buniek a ich zväčšovaním. V r. 1953 Howard a Pelz rozdelili mitotický cyklus na štyri fázy, pričom pôvodné "kludové" štadium, interfázu, rozdelili na tri fázy:  $G_1$ , S a  $G_2$  fázu; štvrtá fáza, M, predstavovala vlastnú mitózu. Uvedené rozdenenie sa stalo impulzom k intenzívnemu štúdiu procesov, kontroloujúcich proliferáciu buniek, pričom ako modelové objekty sa v prevažnej väčšine použili a používajú Prokaryonta alebo eukaryotické mikroorganizmy. Dôvody k tomu sú metodického charakteru: práca s vyššími rastlinami je obtiažná, pretože u viacbunkových systémov alebo neexistujú synchronizované bunkové populácie alebo pokial existujú, nemajú ideálne vlastnosti. Na druhej strane Prokaryonta nemajú zasa subcelulárne organely, charakteristické pre Eukaryonta. V dôsledku toho môžu postrádať niektoré regulačné mechanizmy, potrebné pre koordináciu aktivácie génov a pre kontrolu hladiny proteinov alebo iných makromolekúl /Schmidt 1974/.

Napriek tomu sú poznatky, získané štúdiom mikroorganizmov, podnetné i pre prácu s vyššími rastlinami. V tomto smere zasluhujú pozornosť najmä modely Mitchisonove. Fodla Mitchisona /1974/ jednou z možností, ako študovať bunkový cyklus, je chápať ho ako sériu procesov, predstavujúcich prechod rastúcej bunky od jej vzniku až po ukončenie jej delenia. Pri konštrukcii svojich modelov Mitchison predpokladá štyri procesy. Použil pre ne symboly A,B,C,D. Najjednoduchším prípadom je tzv. podmienená sekvencia. Ide o priamy kauzálny

vzťah medzi postupnými procesmi, pričom ďalší proces sa môže uskutočniť až po ukončení predchádzajúceho procesu. Pri nepodmienenej sekvencii sú jednotlivé procesy bez priameho kauzálneho vzťahu, existuje však mechanizmus načasovania ich následnosti. U baktérií sa napr. predpokladá, že RNK-polyméráza sa počas cyklu pohybuje pozdĺž chromozómu a pôsobí ako časový spinač /timer/ postupnej syntézy enzymu. Pri ďalšom modele jednotlivé procesy nielenže sa nepodmieňujú, ale každý z nich má svoj osobitný mechanizmus načasovania. Dve i viacej sekvencií môže prebiehať paralelne, pričom zasa môže ísť o sekvencie podmienené alebo nepodmienené. Uvedené príklady sú najjednoduchšie z množstva možných kombinácií.

Vzťahy medzi procesmi bunkového cyklu sa študujú tým spôsobom, že sa určitý proces blokuje selektívnym inhibítorm a potom sa sleduje následný efekt. K inhibícii sa používajú antimetabolity, antibiotiká, rôzne chemické látky a fyzikálne účinky /teplota, tlak, žiarenie/, významným prínom je použitie mutantov citlivých na teplotu /Howell 1974/. Pritom je treba odlišovať vonkajšie faktory alebo substancie, ktoré pôsobia počas interfázy a ktoré ovplyvňujú biochemické kontroly od tých, ktoré pôsobia počas delenia a ovplyvňujú morfológiu deliacich sa buniek a tým ich genové vyjadrenie /Steward a Krikorian 1971/. Inhibítorm syntézy DNK je napr. hydroxymočovina a fluorodeoxyuridín, transkripcia sa blokuje aktinomycínom D a ethidium bromidom vo vysokej koncentrácii, inhibítorm syntézy proteínu je puromycin, chloramphenikol, cykloheximid.

Koncept dvoch paralelných sekvencií rozpracovala Mitchensonova skupina u kvasiniek *Schizosaccharomyces pombe*. Prvá sekvencia má ako hlavné procesy syntézu DNK /S-periód/, jadrové delenie a bunkové delenie, pričom uvedené procesy sú v podmienenej sekvencii. Je pravdepodobné, že táto prvá sekvencia zahrňuje i syntézu histónu. Druhá sekvencia predstavuje rastový cyklus a zahrňuje hlavné procesy syntézy proteínu a RNK, ktoré podmieňujú rast buniek. Na existenciu dvoch sekvencií usudzujú autori podľa toho, že druhý rastový cyklus

môže pokračovať i keď je prvý cyklus blokovaný.

Uvedené postupy sú vhodné i pri štúdiu rastu vyšších rastlín.

Vemujme ďalej pozornosť bunkovému cyklu vyšších rastlín ako základu pre pochopenie ich diferenciačných mechanizmov.  $G_1$  fáza /presyntetická/ je prípravným štádiom syntézy DNK; počas S fázy /synthetickej/ dochádza k replikácii DNA, obsah DNA v bunke sa zdvojnásobí;  $G_2$  fáza /postsyntetická/ je prípravou periodou mitózy. Súčasná rastlinná cytológia sa môže pochváliť tým, že kvantitatívne zmeny, ku ktorým dochádza v bunkách počas interfázy, sú najlepšie spracované u rastlín. Je to výsledok systematických analýz španielskej cytologickej školy /Sacristán-Gárate a spolupr. 1974a, b, 1975, De La Torre a spolupr. 1975/. Rozdelenie interfázy na tri etapy je pri hromadiacich sa poznatkoch v niektorých prípadoch nedostatočné. Kljueva a spolupr. /1974/ rozoznávajú napr. v interfázovom jadre rastlín šest mikroskopicky rozoznateľných štadií.

Z hľadiska rýchlosťi rastu je dôležité trvanie bunkového cyklu. Van't Hof a Sparrow /1963/ zistili, že trvanie S-fázy stúpa s obsahom DNA. Jednoklíčne majú S-fázu a bunkový cyklus celkovo kratší ako dvojklíčne s rovnakým obsahom DNA, čo pravdepodobne súvisí s rozdielmi v kvalite DNA. Pre obilníky sa napr. udáva trvanie bunkového cyklu v priemere 11-14 hodín, pre viacročné rastliny 17-29 hodín. Značné rozdiely v trvaní bunkového cyklu sa vyskytujú v rámci samotného organizmu, orgánu, ale i určitého typu pletiva. Pokial ide o trvanie jednotlivých štadií, interfáza ďaleko predstihuje mitózu, najvariaabilnejšie štadium je  $G_1$ . Rôznymi vonkajšími vplyvmi je možné trvanie mitotického cyklu podstatne ovplyvniť, pričom predĺženie, resp. skrátenie sa prejaví viac-menej rovnomerne u všetkých štadií.

Pokial ide o kontrolu bunkového cyklu, existujú podľa Van't Hofa /1974/ dva kritické kontrolné body, a to prechod z  $G_1$  do S a z  $G_2$  do M. Ich zvláštny význam zdôrazňuje i Nagl /1976/, ktorý sa však na rozdiel od Van't Hofa domnieva, že

každá jednotlivá fáza bunkového cyklu je pod osobitnou kontrolou. Vstup do S-periódy a vstup do mitózy sú regulované nezávisle: syntéza DNK bez nasledujúcej mitózy sa vyskytuje v prípade endocyklov, mitóza bez syntézy DNK sa vyskytuje pri druhom meiotickom delení a pri somatickej redukcii.

Pri kontrole bunkového cyklu majú rôzne faktory rôzne významnú úlohu. Závisí to od organizácie a vývinového stavu bunky. Na kontrole prechodu z jedného štadia do druhého sa podielajú gény; vela signálov vychádza z cytoplazmy; na priebehu bunkového cyklu sa významne podieľa výživa, ktorá môže byť limitujúcim faktorom pre syntézu DNK; trvanie cyklu podstatne ovplyvňuje teplota, ale i rastové látky, ktoré sa tiež účastnia pri prechode mitotického cyklu na endomitotický.

Koniec presyntetickej periódy  $G_1$  a postsyntetickej periódy  $G_2$  predstavujú body, v ktorých sa prirodzene zastavuje bunkový cyklus, či už ide o nastúpenie dormancie potenciálne proliferujúcich buniek, napr. v prípade semien, alebo o bunky, končiace delenie a pokračujúce v ďalšej diferenciácii až po dozretie. Jadrá zrelých buniek majú ďalej len heterosyntetickú funkciu, špecifickú pre určitý typ pletiva. Niektorí autori ich označujú tiež ako pracovné jadrá alebo  $G_0$  jadrá. Aby sa rozoznalo, či sa bunkový cyklus zastavil v  $G_1$  alebo v  $G_2$ , označujú sa príslušným indexom / $G_{01}$ ,  $G_{02}$ / . U niektorých druhov sa všetky bunky prestanú deliť v  $G_1$ , u iných sa bunkový cyklus zastavuje sčasti v  $G_1$ , sčasti v  $G_2$  v pomeroch, ktorými sa druhy od seba líšia. Je pravdepodobné, že v takýchto prípadoch tvorí meristém viacero ako jedna bunková populácia.

K ukončeniu mitotickej aktivity v  $G_1$  alebo v  $G_2$  dochádza až potom, keď meristematické bunky absolvovali určitý počet mitotických cyklov. O tom, akým spôsobom je zabezpečená kontrola počtu mitotických cyklov, sú rôzne názory. Okrem možnosti vzniku ireverzibilnej modifikácie DNK sa tiež uvádzajúca potreba určitého počtu mitóz pre jed-

notlivé stupne diferenciácie /Mc Clintock a Papaconstantinou 1974/. Barlow / 1976/ dáva ukončenie mitotickej a aktivity buniek do súvisu so zmenou ich polohy a z toho vyplynúcou zmenou v obsahu rastových látok. Podľa Wangenheima /1976/ je kontrolný mechanizmus podmienený kvantitatívnym vzťahom medzi dvomi bunkovými genetickými systémami, jadrovým a cytoplazmatickým. Vzrast pomeru množstva cytoplazmy k ploidii jadra na určitú vyššiu úroveň indukuje obvykle zánik mitotickej aktivity a dozretie bunky.

U krytosemenných môžu mitotické cykly prejsť v endocykly, u nahosemenných sa zatiaľ endocykly nepozorovali. Termín "endocyklus" bol zavedený Naglom /1974/ ako nadradený pojem pre endoreduplicáciu a endomitózu. Rozdiel medzi nimi je ten, že pri endoreduplicácii nedochádza ku štrukturálnym zmenám chromozómov zatiaľ čo pri endomitóze k nim dochádza. Pri endomitóze neprekonávajú však chromozómy kompletné kondenzačné premeny ako pri normálnej mitóze, ale vyskytujú sa iba v tzv. Z-štádiu /Zerstäubungsstadium, štádium rozptylu/, ktoré je totižné so skorou profázou pred nastúpením mitotickej kondenzácie chromozómov. Uvedené štádium je kritickým momentom, v ktorom sa rozhoduje, čé pobeží ďalej mitotický cyklus alebo jednoduchší endomitotický cyklus, pri ktorom sa genetický potenciál znásobí, ale jadro a bunka sa nerozdelení. Hlavnou prednosťou endocyklu je možnosť nepretržitej a tým rýchlejšej diferenciácie a rastu/Stebbins 1965/, čo je podľa Nagla podmienené súvislou syntézou RNK, zatiaľ čo pri mitotickom cykle sa syntéza RNK prerušuje pri kondenzácii chromozómov /Nagl 1973/. Endopolyploidia je u krytosemenných charakteristickým prvkom diferenciácie. Okrem čeladi Asteraceae a Apiaceae, kde je zriedkavá, vyskytuje sa u ostatných čeladi prakticky u všetkých typov buniek okrem meristémov a buniek prieduchov. Pre väčšinu pletív je charakteristický určitý vzor ploidie, pričom najvyššími stupňami ploidie sa vyznačujú bunky so zvýšenou metabolickou aktivitou, ako sú napr. bunky, vyživujúce embryo.

Po karyokinéze, delení jadra, nasleduje cytokinéza, de-

lenie bunky. Séria pokusov s rôznymi inhibítormi dokazuje, že tvorba bunkovej platničky prebieha vo viacerých prekrývajúcich sa fázach. Po produkcií vezikúl, oddelovaných diktyozómami Golgiho aparátov, nasleduje ich nahromadenie v centrálnej časti ekvatoriálnej roviny za spoluúčasť mikrotubúl, ďalej ich centrifugálne rozdelenie do ekvatoriálnej roviny a napokon koalescencia bunkovej platničky. Jednotlivé uvedené fázy je možno blokovať špecifickými inhibitormi. Karyokinéza a cytokinéza nie sú, ak použijeme Mitchisonovu terminológiu, v podmienenej sekvenции. Napriek zastaveniu mitózy v profáze ethidium bromidom sa bunková platnička vytvorí a prereže jadro /González-Fernández a spolupr. 1970/.

Metodicky veľmi náročné je riešenie otázky plošného rastu bunkovej steny, otázky, ktorá dodnes nebola zodpovedaná s konečnou platnosťou. Staršia a dodnes najuznávanejšia je hypotéza sietovitého rastu /multinet gránču hypothesis/, ktorej autormi sú Roelofsen a Houwink /1953/ a podľa ktorej sú fibrilly celulózy naukladané dostredivo na sebe v podobe sieti. Počas plošného rastu sa fibrilárna sietovina pasívne roztahuje a primárna stena tým získava charakteristické nepravidelné usporiadanie. Najnovšie prichádzajú s pracovnou hypotézou usporiadaných fibríl /the ordered fibril hypothesis/ Roland a spolupr. /1977/. Základom hypotézy sú výsledky, získané štúdiom trojrozmerného usporiadania polysacharidových retázcov v koreni Pisum a v hypokotyle Phaseolus pri použití ultrakryotómie a cytochémie. Podľa ich pozorovania tvoria primárnu stenu navrstvené viacfibrilárne lamely o hrúbke 0,1-0,5  $\mu\text{m}$  so striedavo priečne a pozdĺžne orientovanými fibrilami, medzi ktorými sa môžu vyskytovať tenké prechodné vrstvy. Orientácia polysacharidových retázcov sa uskutočňuje v periplazme, priestore medzi plazmalemom a bunkovou stenou. Popri protoplazmatickej kontrole orientácie polysacharidových retázcov /mikrotubuly, mikrofilamenty/ sa môžu pri ich usporiadani uplatniť i čisto fyzikálno-chemické procesy. Každá bunka reaguje na rastové regulátory a stresy

osobitne. Nepravidelnosť štruktúry, pripisovanú primárnej stene, je podľa uvedených autorov možno považovať za artefakt.

Bunka v prípade, že ukončí delenie a neprechádza do stavu dormancie, pokračuje v diferenciácii. Pretože všetky bunky vo viacbunkovom organizme /za predpokladu, že nedojde k modifikácii genomu/ obsahujú rovnakú genetickú informáciu, je diferenciácia u buniek rôzneho typu podmienená aktivitou rôznych skupín génov. Regulácia aktivity génov závisí pritom od zložitých vzťahov medzi jadrom, cytoplazmou a vonkajšími faktormi, s ktorými bunka prichádza do styku, pričom sa významne uplatňuje princíp spätej väzby. Indukovanou aktivizáciou rôznych skupín génov v podmienkach kultivácie *in vitro* sa podarilo dokázať totipotencia rastlinnej bunky.

Diferenciáciu možno chápať ako proces, ktorý viedie k špecializácii funkcie. Začiatok diferenciácie, pri ktorom sa bunka začína zameriavať na túto špecializáciu, sa označuje ako determinácia. Ako sme videli, určité diferenciačné premeny prekonáva bunka už počas delenia, v ďalšom premena jej metabolismu pokračuje. Výsledkom toho sú nové biochemické vlastnosti, ktoré vedú k určitej štrukturálnej špecializácii. Zdá sa, že uvedené premeny sú do značnej miery výsledkom rôznej aktivity enzymov. Poznanie regulácie syntézy enzymov a ďalších bielkovín sa preto považuje za klúčový problém pochopenia cytodiferenciácie /Truman 1976/.

Pri cytodiferenciácii sa môže meniť tvar buniek, ich ultraštruktúra, ich metabolismus. Problémom vztahu bunkových organel k diferenciácii bunky sa zaoberal Clowes /1971/, ktorý prichádza k záveru, že rozdiely medzi bunkami, obsahujúcimi v podstate rovnaké typy organel, musia byť podmienené predovšetkým rôznou aktivitou organel. Medzi bunkami existujú rozdiely vo vývime organel, v ich počte, pričom počet mnohých organel sa zväčšuje proporcionálne so zväčšujúcou sa veľkosťou bunky, v ich rozmiestnení. Zvlášt nápadne sa rozdielna aktivita organel /Golgiho aparát, mikrotubuly, ER/ prejavuje pri tvorbe bunkovej steny. Konkrétnych údajov

o vzťahu bunkových organel k diferenciácii buniek je zatiaľ málo. Najväčšia pozornosť sa v tomto smere venuje v súčasnosti plastidom, predovšetkým chloroplastom, ako vyplýnulo i z programu medzinárodnej konferencie o vývinových procesoch u rastlín, poriadanej v júli t.r. v Halle. Súvisí to s intenzívnym štúdiom procesov fotosyntetickej asimilácie.

Cytodiferenciácia nemusí byť prechodom od jednoduchého k zložitému. Príkladom toho sú vodivé elementy. Pre články sitkovíc je charakteristická úplná alebo čiastočná degenerácia jadra a obliterácia tonoplastu. Plastidy v čase zrelosti sitkových elementov sú slabo difúzne, počet mitochondrií sa znižuje a sú menšie, diktyozómy, v mladých bunkách hojné, sa rozpadávajú, ribozómov je málo alebo celkom zmiznú. Tým, že tonoplast, predstavujúci hranicu medzi cytoplazmou a vakuolou, obliteruje, cytoplazma sa zmieša s vakuolárnou štvavou a stáva sa vysoko hydratovaná. Po zrušení tonoplastu nie je už vakuolárny obsah susediacich buniek oddelený od seba dvomi rôzne permeabilnými membránami, t.j. tonoplastom a plazmalemom a navýše vrstvou cytoplazmy, ležiacou medzi nimi. Tým je ulahčený pohyb roztokov z bunky do bunky. Sitkovica, tvorená takto sériou elementov so súvislým obsahom, predstavuje akúsi jedinú, obrovskú bunku.

Ultraštruktúra protoplastov sitkových elementov svedčí o tom, že ich metabolická aktivita je sice redukovaná, že však nie je redukovaná úplne. Totálnu redukciu môžeme pozorovať u cievnych článkov. Po ich zväčšení, vytvorení sekundárnej steny a lignifikácii dochádza k autolýze ich protoplastov a rozpustením priečnych stien ku vzniku perforácií. Zo stípcov cievnych článkov vznikajú týmto spôsobom cievy, kapilárne trubice, tvoriace v tele cievnatých rastlín vysoko účinný vodivý systém. Tým, že bunkový obsah cievnych elementov je degradovaný, je odpor, kladený pohybu vody a roztokov, daleko menší ako odpor, ktorý kladú tomuto pohybu živé bunky.

Toto boli však už príklady krajnej špecializácie funkcie ktorej dôsledkom bola strata štruktúr i strata aktivity.

Výsledky, ktoré sa v súčasnosti získavajú v oblasti rastu a diferenciácie rastlín, sú vďaka celosvetovému zvýšenému záujmu o tieto otázky, čiastočne stimulovanému dokonalejšími technickými možnosťami, nemalé. Prínos česko-slovenských pracovníkov reprezentuje súbor referátov, ktoré odznejú v rámci uvedenej problematiky.

#### Literatúra

1. Barlow, P., J. theor. Biol. 57 /1976/, 433-451. - 2. Clowes, F.A.L., Cell organelles and the differentiation of somatic plant cells. V: Origin and continuity of cell organelles /Reinert, J., Ursprung, H., eds./, Springer Verlag Berlin /1971/, 33-342. - 3. De La Torre, C., Sacristán-Gárate, A., Navarrete, M.H., Chromosoma 51 /1975/, 183-198. 4. González-Fernández, A., Giménez-Martin, G., López-Sáez, J.E., Exptl. Cell Res. 62 /1970/, 464-467. - 5. Howard, A., Pele, S.R., Heredity Suppl. 6 /1953/. 261-273. - 6. Howell, S.H., An analysis of cell cycle controls in temperature sensitive mutants of Chlamydomonas Reinhardi. V: Cell cycle controls. /Padilla, G.M., Cameron, J.L., Zimmerman, A., eds./. Academic Press New York /1974/, 235-249. - 7. Kljueva, T.S., Oniščenko, G.E., Poljakov, V.J., Čencov, J.S., Citologija 16 /1974/, 1465-1469. - 8. McClintock, P.R., Papaconstantinou, J., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 71 /1974/, 4551-4555. - 9. Mitchison, J.M., Sequences, pathways and timers in the cell cycle. V: Cell cycle controls. /Padilla, G.M., Cameron, J.L., Zimmerman, A., eds./ Academic Press New York /1974/, 125-142. - 10. Nagl, W., Chromosoma 44 /1973/, 203-212. - 11. Nagl, W., DNA synthesis in tissue and cell cultures. V: Tissue culture and plant science /Street, H.E., ed./, Academic Press, London /1974/, 19-42. - 12. Nagl, W., Zellkern und Zellzyklen, Ulmer Verlag, Stuttgart /1976/. - 13. Roefflens, P.A., Houwink, A.L., Acta Bot. Neth. 2 /1953/, 218-225. - 14. Roland, J.C., Vian, B., Reis, D., Protoplasma 91 /1977/, 125-141. - 15. Sacristán-Gárate, A., Navarrete, M.H., De La Torre, C., J. Cell Sci. 16 /1974a/, 333-347. - 16. ---, Cytobios 11 /1974b/, 21-31. - 17. ---,

*Microscopie* 21 /1975/, 63-74. - 18. Schmidt, R.R., Transcriptional and posttranscriptional control of enzyme levels in eucaryotic microorganisms. V: *Cell cycle controls* /Padilla, G.M., Cameron, J.L., Zimmerman, A., eds./ Academic Press New York /1974/, 201-233. - 19. Stebbins, G.L., Brookhaven Symp. Biol. 18 /1965/, 204-221. Citované z: Nagl, W., 1976. - 20. Steward, F.C., Krikorian, A.D., Plants, chemicals and growth. Academic Press New York /1971/. - 21. Truman, D.E.S., Biochimija kletočnoj differencirovki. Preklad z ang. Izd. Mir, Moskva /1976/. - 22. Van't Hof, J., Control of the cell cycle in higher plants. V: *Cell cycle controls* /Padilla, G.M., Cameron, J.L., Zimmerman, A., eds./, Academic Press New York /1974/, 77-85. - 23. Van't Hof, J., Sparrow, A.H., Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 49 /1963/, 897-902. Citované z: Nagl, W., 1976. - 24. Wangenheim, K. H. von, J. theor. Biol. 59 /1976/, 205-222.

### ВОПРОСЫ РОСТА И ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

Мария Луксова

Преиметом поклада является следующая проблематика: Прокарионта и Эвкарионта в качестве объектов исследования роста и дифференцировки.- Законы последовательности Митчизена.- Параметры клеточного цикла, взгляды на механизм контролирующий число циклов.- Эндополиплоидия, ее значение для дифференцировки.- Цитокинез, фазы образования клеточной пластинки.- Плоскостный рост клеточной стенки. Гипотеза сетевидного роста, гипотеза упорядочнения фибрилл. Дифференцировка как процесс направленный к специализации тканей. Детерминирование.-Примеры специализации растительных клеток.

## NĚKTERÉ PROBLÉMY STUDIA REGULACE RŮSTU ROSTLIN Z HLEDISKA OBSAHU NATIVNÍCH CYTOKININŮ A AUXINŮ

Ludovít Chvojka, Aleš Friedrich, Alena Volfová, Alena Březinová, Roman Bulgakov, Jana Reslová, Marie Stará

Plošná aplikace retardantů růstu v uplynulém deseti-letí v zahradnických oborech a zejména v obilnářství odhalila řadu teoretických problémů. Kromě závažného problému reziduí zůstává problém rozdílné reakce různých druhů a odrůd rostlin na aplikaci určitého retardantu za určitých podmínek.

Skene (1970) zjistil, že aplikace retardantů zvyšuje hladinu cytokininů a Luckwill (1969) předpokládá, že pozitivní účinek retardantů na zakládání květních pupenů ovocných stromů je podmíněn snížením hladiny giberelinů. Verzilov (1974) zdůrazňuje inhibiční účinek vysoké hladiny auxinů vznikajících v rostoucích plodech periodicky ploidících odrůd při zakládání květních pupenů.

V našich dřívějších pracích (Chvojka a kol. 1962, Bulgakov a Chvojka 1976) byla zjištěna přítomnost volného tryptofanu v jabloni a též vznik některých metabolitů ze značeného tryptofanu. Byly též nalezeny neznámé auxiny ve starých listech jabloně. V poslední době jsme prokázali přítomnost indolyloktové kyseliny v jabloni pomocí plynné chromatografie a potvrdili její biosyntézu z L-tryptofanu- $3-^{14}\text{C}$ . Zejména v mladých rostoucích plátekách několik týdnů po oplodnění byla zjištěna velmi intenzivní biosyntéza auxinu. Tím byl vyřešen problém přítomnosti indolových auxinů u jabloně, který byl dlouho diskutován ve světové literatuře (Luckwill a Powell 1956, Verzilov a kol. 1972).

Zůstávala otevřenou otázka o existenci neindolových nativních auxinů. Tyto jsme studovali rovněž pomocí chromatografických metod a radioaktivních prekursorů a dokázali jsme jejich přítomnost jak u ovocných stromů, tak i u pšenice, která nám slouží jako modelová rostlina pro studium mechanismu působení retardantů (připraveno k tis-

ku).

Při studiu dynamiky obsahu nativních cytokininů v jabloni jsme se setkali s problémem jeho ovlivnění klimatickými podmínkami, a proto jsme museli volit k upřesnění jejich účinku menší objekt pro studium v regulovatelných podmínkách fytotronu. Z tohoto důvodu jsme použili klíční rostliny pšenice a zjistili jsme, že obsah nativních cytokininů je ovlivňován jak světlem, tak i retardantem. Ve tmě klesá počet nativních cytokininů. Aplikace CCC na suchá semena zvyšuje počet nativních cytokininů (ve tmě). V podmínkách umělého osvětlení počet nativních cytokininů po aplikaci CCC byl snížen. Z toho plyne, že při odběru vzorků rostlinného materiálu v polních podmínkách bude nutné respektovat a registrovat též klimatické podmínky.

V oblasti studia mechanismu působení fytohormonů na diferenciaci buněk jsme zjistili, že v oddělených segmentech koloptil pšenice cytokinin stimuloval tlouštění segmentů a inhiboval v koncentraci  $10^{-5}$  M jejich dlouživý růst. V parenchymatických buňkách byly nalezeny změny ve struktuře plastidů, v orientaci mikrotubulů a celulozových mikrofibril. Zatím co u kontroly byly mikrotubuly a mikrofibrily orientovány nahodile, po působení kinetinu probíhaly souběžně s podélnou osou buněk. Opačně působil auxin, který stimuloval růst do délky, což se projevilo v příčné orientaci mikrotubulů.

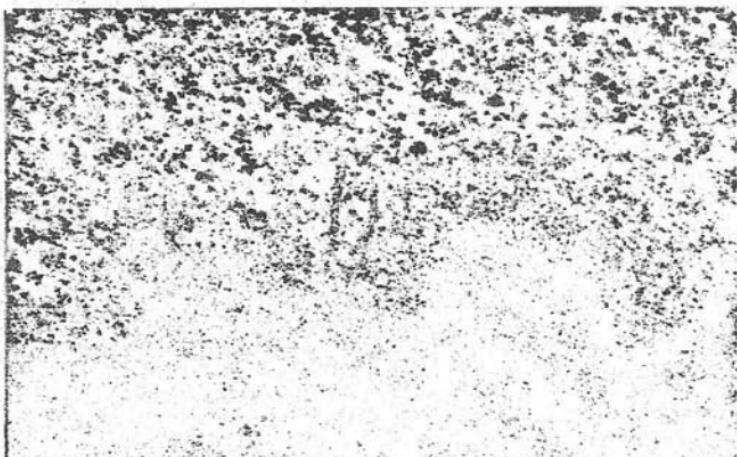
#### Literatura :

1. Bulgakov, R., Chvojka, L., Biologia Plantarum 1 (1976), 78-80. - 2. Chvojka, L., Trávníček, M., Chaloupková, J., Říhová, L., Biologia Plantarum 4 (1962), 315-318. -
3. Luckwill, L.C., J.Hort.Sci. 4 (1969), 413-421. -
4. Luckwill, L.C., Powell, L.E., Science 123 (1956), 225-226. - 5. Skene, K.G.M., J.Exp.Bot. 21 (1970), 418-431. - 6. Verzilov, V.F., Izd.Nauka Moskva, Fitogor-mony v processach rosta i razvitiya rastenij (1974), 3-20. - 7. Verzilov, V.F., Plotnikova, I., Bogomolova, N., Fiziol.rast. 19 (1972), 647-680.



Po působení kininu ( $10^{-5}$  M) jsou mikrotubuly orientovány rovnoběžně s podélnou osou parench. buňky. 30 000x.

Parallel orientation of microtubules to the longitudinal axis of parench. cell after kinetin treatment ( $10^{-5}$  M).



Po působení auxinu ( $10^{-4}$  M) jsou mikrotubuly orientovány příčně k podélné ose parench. buňky. 30.000x.

Transversal orientation of microtubules to the longitudinal axis of parench. cell after auxin treatment ( $10^{-4}$  M).

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕГУЛЯЦИИ РОСТА РАСТЕНИЙ  
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НАТИВНЫХ ЦИТОКИНИНОВ И АУКСИНОВ  
Л.Хвойка, А.Фридрих, А.Вольфове, А.Бжезинова, Р.Булгаков,  
А.Реслова, М.Стара

Работа касается фитогормонов в плодовых деревьях и в пшенице. Исследованием биосинтеза нативных ауксинов из радиоактивных предшественников было доказано присутствие индолевых и неиндолевых ауксинов в плодовых деревьях и в пшенице. Присутствие этих ауксинов было доказано также в интактном материале при помощи газовой хроматографии и биотестов на колеоптилях пшеницы.

Установлено влияние света и хлорхолинхлорида на содержание нативных цитокининов в проростках пшеницы. Применение хлорхолинхлорида на сухие семена увеличивает количество нативных цитокининов.

В области изучения механизмов действия фитогормонов на дифференциацию клеток было установлено, что в отдельных сегментах колеоптиле пшеницы цитокинин стимулировал утолщение сегментов и в концентрации  $10^{-4}$  М ингибировал их удлинение. В паренхиматических клетках были найдены изменения в структуре пластидов, в ориентировке микротубул и целлюлозных микрофибрилл. В то время как у контроля микротубулы и микрофибриллы были ориентированы случайным образом, после воздействия кинетина они располагались параллельно к продольной оси клеток. Противоположным образом действовал ауксин, который стимулировал рост в длину, что проявлялось в поперечной ориентации микротубул и целлюлозных микрофибрилл.

## ENDOGÉNNÉ CYTOKINÍNY AKO REGULÁTORY RASTU

Gabriela Vizárová

V súčasnej dobe je známe, že cytokiníny sa v rastlinách nachádzajú vo forme voľnej a viazanej.

Vo voľnej forme boli identifikované ako zeatín. Zeatín sa v rastlinách nachádza ako nukleozid, teda zeatín-ribosid, alebo nukleotid, teda zeatín-ribotid. Z listov topola bol v roku 1973 identifikovaný 6-hydroxyl benzyl adenoziň /Horgan et al. 1973/.

Viazané formy cytokinínov sú konštitučnými zložkami niektorých transferových RNK /t-RNK/, v ktorých molekule sú lokalizované na strategickom mieste vedľa antikodónu. Je veľmi pravdepodobné, že syntéza funkčných transferových RNK v bunkách, ktoré sú nepostrádatelnou zložkou proteosynthetického aparátu je závislá od prísnu cytokinínov z iných buniek, pletív alebo orgánov. Pravdepodobne každá bunka je schopná syntetizovať cytokiníny, ktoré sú súčasťou t-RNK. Tento predpoklad potvrdzujú niektoré faktory:

1. V koreňových exudátoch, v koreňových pletivách bol identifikovaný len zeatín či už ribosid alebo ribotid, zatiaľ čo t-RNK klíčkov pšenice má viacero cytokinínov /Burrowa et al. 1970, Vizárová 1976/.
2. Kultiváciou tabakových kalusov na pôde so značenou kyseľinou mevalonovovou sa zistilo, že cytokinín, aktívny komponent t-RNK /postranný retazec izopentyl-adenoziň/ je podobne ako pri mikroorganizmoch /Peterkovský 1968/, odvodený od izoprénu a nie od izopentyladenínu pridaného do kultivačného média /Chen a Hall 1969/.
3. Volný cytokinín bol izolovaný z nedozrelých semien kukuřice a z koreňov čakanky /Letham et al. 1964, Bui-Dang-Ha, Nitch 1970/ je tranz izomér, zatiaľ čo zeatín viazaný v molekule t-RNK má hydroxylovú skupinu v postrannom retazci v cis-konfigurácii /Hall et al. 1967/.

Uvedené skutočnosti hovoria o existencii dvoch, viac menej nezávislých foriem cytokinínov: voľných syntetizova-

ných prevažne v koreni a viazaných, ktorých syntéza nie je lokalizovaná v istých pletivách alebo v orgánoch. Pri degradácii t-RNK nastáva uvoľnenie rastove aktívnych ribozidov a báz, ktoré môžu byť jednak enzymaticky inaktivované /Whitty a Hall 1974/ a jednak transportované do iných pletív a orgánov. Táto skutočnosť nevylučuje možnosť extrakcie voľných cytokinínov, ktoré by mohli byť derivátmi t-RNK.

Na druhej strane bolo mnohými prácamy dokázané, že voľná forma cytokinínov je v prevažnej miere syntetizovaná v koreňoch. Na lokalizáciu biosyntézy voľných cytokinínov v koreni môžeme usudzovať z práce Weissa a Vaadia /1965/, ktorí zistili najvyššiu ich koncentráciu v koreňových špičkách. V starších častiach koreňa bol obsah cytokinínov o-mnoho nižší /Phillips a Torrey 1972, Torrey et al. 1976/. Výsledky našich pokusov na jačmeni podporujú túto skutočnosť, keď v koreňoch a listoch jačmeňa stanovujeme len zeatín, ktorého obsah je v priamom korelačnom vzťahu. Prítom obsah voľných cytokinínov v mladých koreňoch je vyšší ako v koreňoch starších /Vizárová 1976/.

Tvorba voľných cytokinínov v koreňoch rastlín je ovplyvnená do veľkej miery faktormi, ktoré vplývajú na metabolickú aktivitu koreňových špičiek. Táto skutočnosť bola zistená pri zatopení koreňového systému, pri zmene pH, zmenu teploty, pri nedostatku dusíka a bóru /Burrows a Carr 1969, Anderko et al. 1964, Wagner a Michael 1971/. Tak isto pri vodnom strese bola zistená produkcia voľných cytokinínov /Weiss a Vaadia 1965/. V našich pokusoch s apikálnymi meristémami koreňov kukurice ošetrených vodným stresom indukovaným polyetylén glykolom sme zaznamenali nie len kvantitatívne ale aj kvalitativne zmeny v obsahu voľných endogénnych cytokinínov /Vizárová 1977/. Na druhej strane pri priamom kontakte pletív koreňa s parazitmi /Phillips a Torrey 1972, Mathysse a Torrey 1969/, ako aj pri nepriamom ovplyvnení koreňovej sústavy parazitom /Vizárová a Minarčic 1974/, dochádza k zvýšeniu obsahu voľných endogénnych cytokinínov v korení.

Spomínané zmeny v obsahu voľných cytokinínov sú spojené so zmenami rastu a vývoja koreňov. Voľné endogénne cytokiníny spolu s ostatnými hormónmi pôsobia ako dereprezory alebo represory v oblasti genetického kódu. Ich hlavný účinok je vplyv na syntézu m-RNK v jadre, tvorbu nových bielkovín a enzymov, ako aj aktiváciu rastu bunky /Kefeli 1974/. V ďalšom je to vplyv na metabolizmus rastlín a transport živín v rastlinách. Nemalú úlohu zohrávajú aj pri ochorení rastlín.

#### Literatúra

1. Anderko,C.C., Popov, N.G., Mosulina,L.G., Dok.Ak.Nauk 155 /1964/, 964-966.-2.Bui,Dang-Ha,Nitch,J.P., Planta 95 /1970/, 119-126.-3.Burrows,W.J.,Carr,J.D., Physiol.Plant. 22 /1969/. 1105-1112.-4.Burrows,W.J.,Amstrong,P.J.,Kamínek,M., Skoog,F.,Bock,R.M.,Hecht,S.M.,Dammann,L.G.,Leonard,N.J., Occolowitz,J., Biochemistry 9 /1970/, 1887-1872.-5.Hall,R.C., Czonka,L.,David H.,Lenon,B., Science 156 /1967/, 64-71.-6.Horgan,R.,Hewett,E.W.,Purse,J.G.,Wareing,P.F., Tetraedron Let. 30 /1973/, 2827-2828.-7.Chenn,C.M.,Hall,R.M., Phytochemistry 8 /1969/, 1687-1696.-8.Kefeli,V.I., Prirodnyje ingibitory rosta i fytogormony, Nauka Moskva /1974/.-9.Letham, D.S.,Shannon,J.S.,McDonald,T.R., Proc.Chem.Soc.London /1964/-10.Mathysse,A.G.,Torrey,J.G., Bot.Gaz. 130 /1969/, 62-69. -11. Peterkovsky,A., Biochemistry 4 /1968/, 72-82.-12.Phillips,D.A.,Torrey,J.G., Am.J.Bot. 59 /1972/, 183-188.-13.Phillips,H.L.,Torrey,J.G., Plant.Physiol. 29 /1972/, 11-15.-14.Syono,K.,Newcome,W.,Torrey,J.G., Can.J.Bot. 59 /1976/, 2155-2162.-15.Vizárová,G., Rastové látky v jačmeni po ochorení na mŕčnatku. Veda, Bratislava /1976/.-16.Vizárová,G., Minarčic,P., Phytopath.Z. 81 /1974/, 49-55.-17.Vizárová,G., Biológia /1977/in press.-18.Wagner,H.,Máchačl,G., Physiol. Pflanz. 16 /1971/, 140-147.-19.Weiss,C.,Vaadia,J., Life Sci. 4 /1965/, 1322-1326.-20.Whitty,C.D.,Hall,R.S., Biochemistry 52 /1974/, 789-799.

## ЭНДОГЕННЫЕ ЦИТОКИНИНЫ КАК РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА

Габриела Визарова

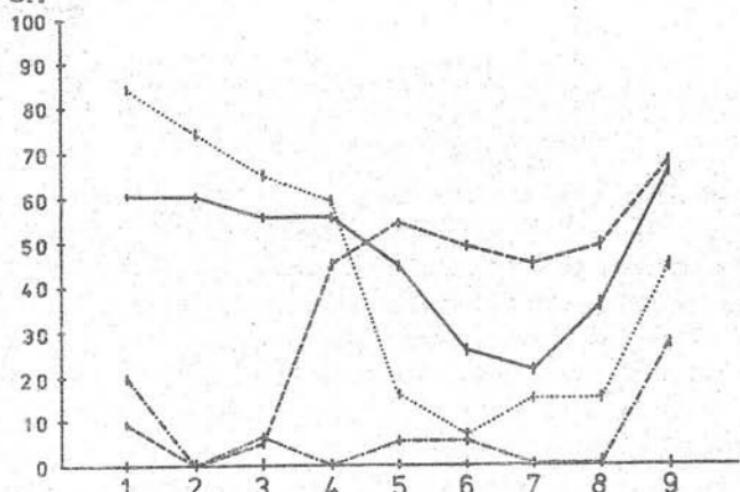
Предметом предлагаемого доклада является изучение роли свободных цитокининов в регуляции роста растений.

Исследуется влияние внешних факторов на корневую систему. Внешние факторы влияют также на биосинтез свободных цитокининов.

## PŘÍSPĚVEK K REGULAČNÍM VLIVŮM LUPENITÍCH LISTŮ

Jiří Šebánek a Jan Králík

Při zkoumání regulační povahy jednotlivých částí lupenitě lodyhy z hlediska její polarity (topofýzy) jsme konstatovali u intaktních rostlin *Bryophyllum crenatum* v apikální krajině lodyhy nejvyšší hladinu auxinu a nejnižší hladinu giberelinu, zatím co v bazální krajině tomu bylo opačně (10). To v podstatě odpovídá původní představě Dostálové (4) o zainhibované apikální a stimulované bazální krajině lodyhy bylinných intaktních rostlin. Jinak je tomu ovšem u letorostů dřevin, kde se na topofýze nepodílí bezprostředně kořen a kdy je tato topofýza ovlivňována regulačními vlivy vycházejícími i ze starších částí rostliny (3). V tom případě je sice možno podobně jako u bylinných lodyh konstatovat vysoké inhibice v krajině apikální postupně k bázi klesající, ale na bázi samé se opět jeví zřetelný vzestup inhibic. Je to možno prokázat i metodou odličování řapíků po odříznutí čepelí. Na devítinodových letorostech jabloně (*Nonnetit*) nařezaných a dekapitovaných 26.7. byly odříznuty čepele a řapíkové pahýly ponechány pro kontrolu bez ošetření nebo na řezné ploše ošetřeny 0,5% lanolinovou pastou s indolyloctovou kyselinou (IAA), resp. giberelinem (GA) v jednotlivých krajinách letorostu, jak to vyplývá z obr. 1. U kontrol byl do 19.8. nejrychlejší opad na nejbazálnějších 4 nodech a pak na nodu nejapikálnějším, zatím co na středních nodech byl opad nejpomalejší. Rychlosť abscise je obecně kladena do souvislosti se stupněm inhibic (1, 2) a podle toho se v našich pokusech na jabloni jeví tento stupeň nejvyšší v krajině bazální a pak na samém apexu. GA aplikovaný na internodia nejapikálnějších 3 nodů zeslabil inhibice v této krajině, což se tam projevilo zpomalením abscise, avšak korelativně pak opad zesílil v krajině bazální. S nejsilnější bazální a apikální inhibicí souhlasí i to, že IAA, obecně platící za látku nejvýrazněji brzdící abscisi (pokud není její vliv zeslabován účinkem abscisi urychlujících látek inhibičních), brzdila opad nejslaběji na nejnižším a nejvyšším nodu. Bylo to tehdy, kdy byla IAA aplikována na řapíky všech nodů; byla-li aplikována jen na řapíky nejnižších 3 nodů, brzdila abscisi již jen bazálně, akropetálním směrem ji naopak korelativně urychlovala.



Obr.1.Abscise řapíkových pahýlů na letorostech jabloně. Ordináta: % abscise. Abscisa: řapíky (1=nejbázlnější, 9=nejapikálnější). — (kontrola), ..... (GA na třech nejapikálnějších nodech), ---- (IAA na třech nejbázlnějších nodech), -.-.- (IAA na všech 9 nodech).

Fig.1.Abscission of petiole stumps of annual shoots of the apple trees. Ordinata: % of abscission. Abscissa: petioles (1=the most basal node, 9-the most apical node).—(controls), ..... (GA on the 3 most apical nodes), ---- (IAA on the 3 most basal nodes), -.-.- (IAA on the all 9 nodes).

Inhibice, které vycházejí z listových čepelí působí ovšem inhibičně i na růst listových axilárů. Tyto inhibice zčásti překonatelné i zde giberelinem (9) a napodobitelné abscisovou kyselinou (8) zadržují pupeny zprvu jen korelativně; v té době, tj. např. do poloviny července, vede odříznutí čepele k růstu axiláru; posléji však nikoliv, neboť inhibice zavedou endogenní dormancii pupene. Tento defoliační metodikou realizovanou postupně v jednotlivých časopvých intervalech se nám podařilo zjistit konkrétní dobu vstupu do dormance u pupenů četných druhů dřevin (11, 6), při čemž se ukázalo, že i zde je giberelin schopen oddálit vstup pupenů do dormance zeslabením zábran. Protože giberelin obdobně zeslabuje i korelativní inhibice (7), podporuje to představu o obdobné biochemické povaze korelativní pupenové inhibice a endogenní dormance (12).

Zkoumání regulačního vlivu čepele na axilární pupen však

prozrazuje, že defoliace vykonaná na letorostech dřevin již na počátku května vede po vyrašení v té době ještě neplně diferencovaných axilárů ke vzniku listových abnormit. Ty mohou pod vlivem inhibic zavedených před tím amputovanými listy prozradit tvary, které příslušný druh ve své ontogenézi již normálně nerealizuje. Po prvé tyto deformity popsal a jako fylogenetické rekapitulace vyložil Dostál (2) na *Aesculus hippocastanum*. Nám se podařilo na dalších dřevinách obdobně vyvolat morfologické listové abnormity (5)-(obr. 2). Regulační povaha listu tedy kolísá jak s topofýzou, tak i s ontogenézou lodyhy.



Obr. 2. Morfologické listové abnormality po defoliaci letorostů na počátku května. a-Acer negundo, b-Aesculus parviflora, c-Ailanthus glandulosa. Vlevo vždy list normální, vpravo abnormální.  
Fig. 2. Morphological leaf abnormalities after defoliation of annual shoots at the beginning of May. a-Acer negundo, b-Aesculus parviflora, c-Ailanthus glandulosa. In all 3 cases left: normal leaf, right: abnormal leaf.

1. Dostál, R., Práce Mor. Akad. 23 (1951), 67-106.-2. Dostál, R., Práce Mor. Akad. 24 (1952), 109-146.-3. Dostál, R., Práce Brn. Z. ČSAV 26 (1954), 1-44.-4. Dostál, R., Mašková, J., Práce Mor. Akad. 21 (1949), 1-39.-5. Králík, J., Šebánek, J., Rostl. výr. (1977) v tis.-6. Králík, J., Šebánek, J., Lesnictví (1977), v tis.-7. Šebánek, J., Biol. Plant. 7 (1965), 194-198,-8. Šebánek, J., Acta Univ. Agr. D 9 (1973), 15-23.-9. Šebánek, J., Biol. Plant. 18 (1976), 307-310.-10. Šebánek, J., Kopecký, F., Slabý, K., Biol. Plant. (v tis.).-11. Šebánek, J., Obhlídalová, L., Rost. výr. 21 (1975), 341-350.-12. Šebánek, J., Slabý, K., Obhlídalová, L., Acta Univ. Agr. A 23 (1975), 929-938.

К ВОПРОСУ РЕГУЛЯЦИОННЫХ ВЛИЯНИЙ ЛИСТООБРАЗНЫХ ЛИСТЬЕВ  
Иржи Шебанек и Ян Кралик

В стебле *Bryophyllum selenatum* возможно доказать наибольшую степень ингибиционных влияний, связанных с низким уровнем эндогенного гиббереллина и высоким уровнем эндогенного ауксина в самой апикальной части стебля; между тем как в базопетальном направлении ингибиции постепенно понижается. Совсем другим образом протекают, вероятно, эти процессы в побегах древесных пород. Этот факт можно доказать также на изолированных, подвергнувшихся декапитации побегах яблони с 9 узлами, у которых после срезки листовых черешков отпадали их остатки быстрее всего в базальной и апикальной частях. Тем самым подтверждаются в обеих этих частях сильнейшие ингибиционные влияния в связи с фактом, что ингибиционные вещества, как ССС или абсциссовая кислота, опадение ускоряют. Также ИУК известная в качестве вещества, тормозящего абсцизу и применяемая в виде пасты на черешках всех 9 узлов, оказывается тормозящим фактором, влияющим слабее всего на опадение на самых базальных и апикальных узлах. Гиббереллин, применяемый в виде 0,5% пасты у самых верхних трех узлов, ослабил ингибиции в апикальной части, что способствовало замедлению абсцизы черешков (рис.1). Также и в других случаях способен гиббереллин ослаблять ингибиции, выходящие из листовой пластинки листообразного листа. Это проявляется, с одной стороны, способностью гиббереллина ослаблять ингибиционное влияние листа на рост его аксиляр в период, когда лист задерживает свою почку коррелятивно, так и, с другой стороны, способностью гиббереллина удалить начало эндогенной стадии покоя в перикол, когда ингибиционные влияния, выходящие из листовой пластинки, эту стадию покоя постепенно вызывают. С морфогенетической точки зрения являются ингибионными явлениями самыми замечательными у листа в начале стадии дифференцирования его пазушной почки, когда дефолиация побегов некоторых древесных пород в начале мая на регенерированных побегах способствует образованию морфологических ненормальностей, которые можно характеризовать как морфологические атавизмы (рис.2).

TRANSPORT  $^{14}\text{C}$ -KINETINU a  $^{14}\text{C}$ -BENZYLADENINU U KLÍČNÍCH  
ROSTLIN HRACHU (PISUM SATIVUM, L.).

Stanislav Procházka

Z prací různých autorů vyplývá, že rostlinné hormony aplikované na části rostlin samostatně, či v různých kombinacích, mohou způsobit zvýšení toku látek k místu aplikace (1,2,3). Tento jev může hrát podstatnou roli v apikální dominanci. Atrakční schopnost indolylooctové kyseliny (IAA) je významná v apikální dominanci při strhávání některých nativních látek regulační povahy, zejména cytokininů a giberelinů (4). Cytokininy hrají důležitou roli při uvolnění laterálních pupenů z inhibice navozené apexem (5, 6).

Sledováním transportu kinetinu- $8-^{14}\text{C}$  ( $^{14}\text{C}$ -K) a benzyl- $8-^{14}\text{C}$ -adeninu ( $^{14}\text{C}$ -BA) u intaktních a dekapitovaných klíčních rostlin hrachu a dekapitovaných klíčních rostlin hrachu ošetřených IAA jsme chtěli přispět k objasnění úlohy cytokininů translokovaných z kořenů při uvolňování laterálních pupenů z inhibice vrcholového pupenu a rozšířit poznatky o schopnosti IAA atrahovat cytokininy.

Pokusy byly vykonány na klíčních rostlinách hrachu od růdy Raman. Rostliny byly pěstovány ve tmě. Pětidenní klíční rostliny byly dekapitovány a pahýly ošetřeny a) lanolinovou vodní pastou, b) lanolinovou vodní pastou s 0,007 % IAA, c) lanolinovou vodní pastou s 0,5 % IAA. Aplikace  $^{14}\text{C}$ -K a  $^{14}\text{C}$ -BA ke kořenům byla provedena a) ihned po dekapitaci, b) 24 hodin po dekapitaci, c) 72 hodin po dekapitaci. Souběžně byl  $^{14}\text{C}$ -K a  $^{14}\text{C}$ -BA aplikován kořenům rostlin intaktních. Ve všech pokusných variantách byly rostliny umístěny v nádobkách s 0,75 uCi  $^{14}\text{C}$ -K (měrná aktivita 16,5 mCi/mmol) resp.  $^{14}\text{C}$ -BA (měrná aktivita 13,4 mCi/mmol) ve 100 ml destilované vody. V těchto roztocích byly rostliny ponechány 12 hodin a poté byly přemístěny na dalších 12 hodin do nádobek s destilovanou vodou. Po 24 hodinové translokační periodě byly rostliny sklízeny.

V tabulce č.1 je uvedena aktivita  $^{14}\text{C}$  (v přeměnách za

minutu) naměřená v jednotlivých orgánech po aplikaci  $^{14}\text{C}$ -K a  $^{14}\text{C}$ -BA ke kořenům provedené v různých intervalech po dekapitaci.

Výsledky lze shrnout takto:

- 1) U intaktních rostlin se  $^{14}\text{C}$  z  $^{14}\text{C}$ -kinetinu a  $^{14}\text{C}$ -BA akumuloval v apikálním pupenu (Cytokininy biosyntetizované v kořenech mohou být atrahovány zdvojem auxinu situovaným v apexu).
- 2) U dekapitovaných rostlin ošetřených IAA došlo k akumulaci aktivity z  $^{14}\text{C}$ -kinetinu a  $^{14}\text{C}$ -BA v pahýlech ošetřených IAA (Atrakční schopnost apexu může být simulována IAA).
- 3) U dekapitovaných rostlin ošetřených pouze vodní lanolino-vou pastou došlo k iniciaci růstu laterálních pupenů.

Při aplikaci  $^{14}\text{C}$ -BA byla v laterálních pupenech těchto rostlin zjištěna průkazně vyšší aktivita již 24 hodin po dekapitaci. Při aplikaci  $^{14}\text{C}$ -kinetinu byla v laterálních pupenech zaznamenána průkazně vyšší aktivita až 96 hodin po dekapitaci. Rozdílné údaje o transportu  $^{14}\text{C}$ -kinetinu a  $^{14}\text{C}$ -BA nevylučují možnost, že uvolnění laterálních pupenů z inhibice navozené apexem je spojeno s tokem cytokininů z kořenů do těchto pupenů.

#### POUŽITÁ LITERATURA

1. Šebánek,J., Biol.Plant.(Praha) 7 (1965), 380-386. - 2. Patrick,J.W., Wareing, P.F., J.Exp.Bot. 83 (1973), 1158-1171.
- 3. Morris,D.A., Winfield, P.J., J.Exp.Bot. 23 (1972), 346-355,-4. Šebánek,J., Acta Univ.Agric. (Brno) D, 7 (1971), 393-418. - 5. Sachs,T., Thimann, K.V., Am.J. 54, (1967), 136-144.
- 6. Lee, P.K., Kessler, B., Thimann, K.V., Physiol. Plant. 31 (1974), 11-14.

Tab. 8.1. Distribution of  $^{14}\text{C}$  in pea seedlings (dpm/organ) after the application of  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA to roots carried out in different intervals after the decapitation

organ	immediately after decapit.			24 hours after decapitation			48 hours after decapitation		
	intact	decap.+	decap.+ IAA	intact	decap.+	decapit.+IAA	intact	decap.+	decapit.+ IAA
	lanolin	0.007%	0.5%	lanolin	0.007%	0.5%	lanolin	0.007%	0.5%
$^{14}\text{C}$ -kinetin									
ap.bud/ apex	185	65	137	100	104	60	191	136	408
lateral buds	10	12	4	10	0	6	7	9	237
epicotyl	330	139	176	196	138	151	291	181	1043
cotyle- dons	815	446	315	445	335	468	518	441	458
roots	14165	12712	9618	11221	11153	11238	16419	13931	25427
$\Sigma$	15505	13374	10250	11992	11730	11923	17426	14697	27843
$^{14}\text{C}$ -BA									
ap.bud/ apex	1154	742	698	112	826	139	546	263	2780
lateral buds	37	221	38	27	34	1481	46	13	43
epico- tyl	837	4041	2263	1012	1766	4704	2277	2399	2116
cotyle- dons	5758	5915	4935	2119	3594	6184	4302	3222	3354
roots	7983	4929	697	9847	4076	3861	18121	14906	3607
$\Sigma$	15769	15948	11906	12917	10296	16369	25292	19803	11900
									17588
									22171
									31042

ТРАНСПОРТ  $^{14}\text{C}$ -КИНЕТИНА И  $^{14}\text{C}$ -БЕНЗИДАДЕНИНА В ПРОРАСТКАХ ГОРОХА (*Pisum sativum L.*)

Станислав Проказка

Транспорт  $^{14}\text{C}$ -кинетина и  $^{14}\text{C}$ -бензидаденина / $^{14}\text{C}$ -ВА/ из корней в остальные части растения исследовали у нетронутых и декапитированных растений гороха и у декапитированных растений обработанных 0,007 и 0,5 % индолуксусной кислотой /IAA/.  $^{14}\text{C}$ -кинетин и  $^{14}\text{C}$ -ВА применяли: а/ непосредственно после декапитации, б/ 24 часов после декапитации и в/ 72 часов после декапитации. В таких же интервалах применяли  $^{14}\text{C}$ -кинетин и  $^{14}\text{C}$ -ВА тоже у нетронутых растений. В продолжение эксперимента растения выращивали в темноте.

Результаты возможно размножать следующим способом:

- 1/ У нетронутых растений аккумуляция  $^{14}\text{C}$  из  $^{14}\text{C}$ -кинетина и  $^{14}\text{C}$ -ВА происходила в апикальных почках.
- 2/ У декапитированных растений обработанных IAA аккумуляция меченого углерода из  $^{14}\text{C}$ -кинетина и  $^{14}\text{C}$ -ВА происходила в обрубках обработанных IAA.
- 3/ У декапитированных растений обработанных только водной пастой происходил рост латеральных почек. После аппликации  $^{14}\text{C}$ -ВА обнаружили достоверно высшую активность меченого углерода уже 24 часов после декапитации.
- 4/ После обработки  $^{14}\text{C}$ -кинетином повысилась достоверно активность  $^{14}\text{C}$  в латеральных почках только 96 часов после декапитации.

Различия в транспорту  $^{14}\text{C}$ -кинетина и  $^{14}\text{C}$ -ВА не исключают возможность, что освобождение латеральных почек из апикальной ингибиции находится в связи с потоком цитокининов из корней в эти почки.

## HORMONÁLNA HETEROGENITA RASTLIINNÉHO ORGANIZMU

Zuzana Jureková

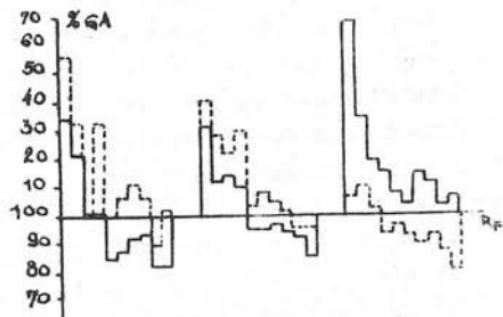
Rastové látky sú považované za špecifické zlúčeniny koordinujúce rast a organogenézu. V súčasnosti sa predpokladá, že sú tvorené v mladých listoch, koreňoch, púčikoch a vrcholoch, odkiaľ sú transportované na iné miesta, kde aktivizujú rast a majú formatívny účinok /1, 2/.

Pri sledovaní obsahu endogénnych rastových látok sa vždy stretávame s obsahovou rozdielnosťou, ktorá odlišuje orgány danej rastliny hormonálnou aktivitou /3/. V každom období rastu je možné vyčleniť orgány /orgán/, ktoré majú na rastline odlišné postavenie v dôsledku akumulácie aktívnych látok v nich. Toto obsahové maximum je značne premenlivé, čo komplikuje aj možnosti vysvetlenia. Z mnohých sledovaní obsahu endogénnych giberelínov v rastlinách demonštujueme v príspevku niekoľko, ktoré sa dotýkajú vyššie uvedených problémov.

Endogénne giberelíny boli stanovené z čerstvej hmoty jednotlivých rastlinných orgánov. Volné formy boli extrahované z kyslej etylacetátovej frakcie, delené chromatograficky a hodnotené biotestom /4/. V príspevku uvádzame relatívne alebo priemerné sumárne hodnoty stanovených látok.

Pri analýze nadzemnej časti a koreňa ozimnej pšenice sme potvrdili výraznú protichodnosť v obsahu a dynamike látok, ktorá platí pre rôzne obdobia ontogenézy (obr. 1).

Obr. 1. Obsah endogénnych giberelínov v koreni a nadzemnej časti oz. pšenice. --- koreňe, — listy.  
Endogenous gibberellins content in leaves and roots of winter wheat. --- roots  
— leaves



Tieto údaje dokumentujú hormonálnu podmienenosť korelačných javov a ukazujú aj na späťost koreňa a nadzemnej časti v distribúcii endogénnych giberelínov. Podobné vzťahy sú aj medzi inými orgánmi. Napr. súbežne analyzované listy ozimnej pšenice majú veľmi odlišnú zásobu giberelínov. V jarnom období vegetácie /11. 3./ sme zistili takéto rozloženie:

1. list - 123 %, 2. list - 102 %, 3. list - 16 %,  
4. list - 196 %, 5. list - 20 %.

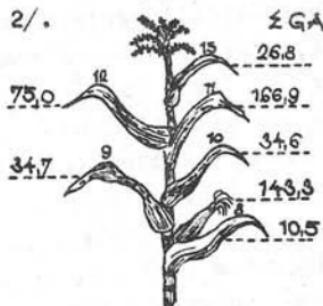
V podstate v každom období ontogenézy možno nájsť list /listy/, ktorý má na rastline dominujúce postavenie, čo do obsahu týchto látok. Obyčajne je to list, ktorý aj na svojej vlastnej ontogenetickej krvke dosahuje v tom čase maxima. Hodnoty obsahu giberelínov, charakterizujúce ontogenézu 4. listu boli nasledovné:

16. 1. - 26 %, 14. 2. - 87 %, 11. 3. - 196%, 26. 3. - 156 %, 9. 4. - 28 %. Vysvetlenie tejto skutočnosti je dosť komplikované, pretože sa tu prelínajú ontogenetické stavy každého orgánu, ale aj ich korelatívne vzťahy k celej rastline.

Zistené skutočnosti o rozložení látok medzi orgánmi rastlín nás viedli k úvahе o ich účasti aj v transportných vzťahoch. Názory viacerých autorov /5, 6, 7, 8/ potvrdzujú možnosť hormonálnej kontroly translokácie látok medzi orgánmi produkujúcimi a využívajúcimi asimiláty. Sledovania sme robili na modeli kukurice /obr. 2/.

Obr. 2. Rozloženie gibberelínov v orgánoch kukurice /*Zea mays*/ pri prechode do generatívnej fázy.

Distribution of gibberellins in different organs of maize turning from vegetative to generative phase.



Zistili sme potvrdenie vzťahov medzi vegetatívnymi orgánmi ako je uvedené vyššie. Neskôr však pri prechode rastlín do generatívnej fázy rastu došlo v listoch k vytvoreniu dvoch gradientov obsahu giberelínov. Listy, ktoré aktívne

rástli /11. a 12./ mali vysoký obsah giberelínov. Listy, ktoré taktiež rástli /8., 9., 10., 13./ a mali nízky obsah sledovaných látok. Vzniká tu otázka, aká je príčina takého rozdielného obsahu? Určité vysvetlenie ponúka vzťah týchto listov k formujúcim sa generatívnym orgánom. Za 8. listom sa sformoval šílok, nad 13. listom sa utvorila metlina. Je možné, že hormonálne zmeny uvedených listov sú späté s týmto procesom. Zároveň oba generatívne orgány sú bohaté na giberelíny so sumárnymi hodnotami - šílok 143,4 %, metlina v odbere pred plným vyformovaním klasu /21. 7./ 186,3 %. Z uvedeného nie je možné vysvetliť, či vysoký obsah giberelínov v týchto orgánoch má za úlohu strhovať prúd stavebných látok alebo zvyšovať syntetickú schopnosť práve sa formujúcich atrakčných centier.

Potvrdená hormonálna heterogenita orgánov rastlín naznačuje na niekoľko funkčných závislostí, ktoré pri raste a formovaní rastliny zohrávajú významnú úlohu. Preto pre pochopenie podstaty hormonálnej regulácie a prípadného zásahu do nej je potrebné uvažovať s funkčnými vzťahmi orgánov podmienených koreláciami, so späťostou s procesmi, ktoré určujú chod rastu a ontogenézy a pravdepodobne aj účasťou hormónov v regulačnom mechanizme, ktorý riadi transport a translokáciu látok.

#### Súhrn

V práci je študovaná hormonálna rozdielnosť orgánov rastlín. Pokusnými rastlinami boli ozimná pšenica a kukurica. Bola zistená rozdielna dynamika v obsahu giberelínov medzi koreňom a nadzemnou časťou, medzi jednotlivými listami a medzi listami s generatívnymi orgánmi. Interpretácia rozličnej hormonálnej aktivity orgánov je vzťahovaná ku korelačným javom a rastovej aktivite orgánov. Je uvažované aj s úlohou giberelínov v regulačnom mechanizme transportu látok.

#### Literatúra

1. Kefeli, V. I., Native growth inhibitors and phytohormones. Pp. 93-104, Nauka, Moskva, 1974. - 2. Jones, R.,

Phillips, I. D. S., Plant Physiol., 41: 1381-1386, 1966.  
 - 3. Jureková, Z., Repka, J., Biol. Plant. 15: 305-311,  
 1973. - 4. Frankland, B., Wareing, P. F., Nature 185: 255-  
 256, 1960. - 5. Mothes, K., Colloq. internat. 123, P.,  
 131, 1964. - 6. Beevers, H., Metabolic sinks. In: Physiological  
 Aspects of Crop Yield. I. D. Eastin et al. eds.,  
 169-184, Madison, Wisconsin, 1969. - 7. Wareing, P. F.,  
Patrick, J., In: J. P. Cooper. Photosynthesis and Productivity  
 in different environment. J. P. Cooper, 481-499,  
 Cambridge Univ. Press., 1975. - 8. Wardlaw, I. F., Moncur,  
 L., Planta 128: 93-100, 1976.

#### Р е ё м е

В работе изучается гормональное различие органов растений. Опытными растениями были озимая пшеница и кукуруза. Была обнаружена различная динамика в содержании гибберелинов между корнем и надземной частью, между отдельными листьями и между листьями с генеративными органами. Интерпретация различной гормональной активности относится к корреляционным явлениям и ростовой активности органов. Можно брать во внимание и задачу гибберелинов в регуляционном механизме транспорта веществ.

ÚLOHA RŮSTOVÝCH REGULÁTORŮ PŘI DIFERENCIACI KVĚTU  
JEDNODOMÝCH A DVOUĐOMÝCH ROSTLIN

Zdeněk Sladký

V předchozích studiích /Sladký 1966 - 1972/ jsme zjistili, že růstové regulátory se rovněž podílejí na řízení procesů květní diferenciace a to jak při počáteční determinaci jednotlivých květních částí, tak i při následujícím vzniku semen a plodů. Vhodnou aplikací syntetických regulátorů je možné usměrnit diferenciaci pohlaví květu, pozměnit jeho symetrii nebo dokonce vyvolat jiný typ květenství.

Úspěšná regulace diferenciacích procesů však předpokládá poznání přirozené hladiny endogenních regulátorů. Přestože se jejich charakter v průběhu ontogeneze mění, ukazuje se i některé obecnější závislosti. Např. diferenciace tyčinek bývá zpravidla provázena snížením hladiny auxinových látek a zvýšením obsahu giberelinů; vývoj pestíku je provázen vyšší hladinou auxinových látek a výskytem inhibic. Zdá se, že tyto závislosti platí spíše pro diferenciaci hermafroditních květů jednodomých rostlin, zatím co u dvoudomých rostlin mohou být poměry i obrácené /Engelbrecht 1971, Čulafič a Neškovič 1974/.

V předložené práci jsme se zaměřili na kvantitativní podchycení rozdílů v charakteru endogenních regulátorů dvou rozdílných typů okurek a hodnoty srovnávali s odděleným pohlavním rostlin knotovky. Kultivar okurek No 20 představuje jednodomý typ, tvořící nejprve prašníkové a později oboupohlavné květy. Druhá linie M je geneticky zušlechtěna a tvoří pouze pestíkové květy. Knotovka je modelový objekt pro studium genetiky pohlaví. Prašníkové rostliny se liší od pestíkových jedním delším chromosomem Y, který zabezpečuje vznik prašníků a potlačuje vývoj pestíku /Westergaard 1953/.

Během vegetativního růstu /I/, počáteční diferenciace květů /II/ a diferenciace květenství /III/ byl odebíráno rostlinný materiál, extrahován, chromatograficky dělen a biologicky dělen na auxinové, giberelové a cytokininové látky spolu

s inhibitory. Hodnoty analýz jsou zpracovány sumárně v Tab.1, kde hořejší čísla představují součet všech stimulací a spodní čísla inhibice příslušného histogramu.

Tab.I. Obsah endogenních regulátorů v průběhu diferenciace prašníkových a pestíkových květů.

Content of endogenous regulators in the course of differentiation of staminate and pistillate flowers.

Содержание эндогенных регуляторов в течении дифференциации тычиночных и пестичных цветков.

	<i>Cucumis sativus</i>		<i>Melandrium album</i>		
	No 20 ♂	M ♀	♂	♀	
auxiny	I	32,8 3,5	52,2 24,9	48,3 49,7	78,3 28,5
	II	5,0 24,2	92,9 2,5	31,0 33,0	63,8 22,3
	III	41,2 13,1	72,4 17,1	134,5 9,5	18,0 29,8
	I	61,4 115,8	29,8 134,6	109,7 9,0	76,5 40,0
	II	77,4 17,4	104,2 15,3	324,5 0,0	327,0 0,0
	III	103,0 0,0	146,4 0,0	410,0 0,0	596,0 0,0
gibereliny	I	338,1 0,0	131,1 13,7	231,0 0,0	112,5 18,0
	II	0,0 166,4	142,3 5,1	222,0 0,0	276,1 0,0
	III	33,1 86,5	76,5 22,2	168,0 2,0	221,0 0,0
	I	338,1 0,0	131,1 13,7	231,0 0,0	112,5 18,0
	II	0,0 166,4	142,3 5,1	222,0 0,0	276,1 0,0
	III	33,1 86,5	76,5 22,2	168,0 2,0	221,0 0,0

Srovnáním hodnot obou typů okurek je patrné, že pestíková linie má více auxinových i giberelových látek, než jednodomý kultivar. Jsou zřejmě i rozdíly v obsahu cytokininů a inhibičních látek.

Poznatky analýz nám umožnily vybrat vhodný typ syntetických látek k regulaci květní diferenciace. Aplikace NAA v konc. 50 ppm na listy cv No 20 uspíšila tvorbu pestíkových květů a

a podporovala nasazení plodů. U pestíkové linie jsme dosáhli prašníkové květy po aplikaci GA<sub>3</sub> v konc. 500 ppm. Počet prašníkových květů byl přímo úměrný opakované aplikaci.

V druhé části tabulky jsou hodnoty endogenních regulátorů prašníkové a pestíkové knotovky ze stejných vývojových fází. Pestíkové rostliny mají vyšší hladinu auxinových látek v raných fázích vývoje, zatím co u prašníkových rostlin jsou hodnoty nejvyšší až při diferenciaci kvetenství. Obsah giberelinů se zvyšuje u obou typů až v pozdější fázi a je nejvyšší u pestíkových rostlin. Obsah cytokininů kolísá bez zřejmých souvislostí.

Tyto poznatky nás vedly k pokusům o experimentální změnu pohlaví u dvoudomé knotovky. Změna pohlaví by byla zvláště cenná, neboť by umožňovala sledovat realizaci diferenciacích procesů až z rozdílného genetického základu. Přes rozšíření počtu syntetických látek, zvýšení koncentrací a volbu různých kombinací se nám nepodařilo průběh diferenciace usměrnit.

#### Literatura

1. Čulafič, L., Neškovič, M., Biologia plantarum 16/1974/, 354-365. - 2. Engelbrecht, L., Biochem. und Physiol. Planz. 162/1971/, 547-548. - 3. Sladký, Z., Acta Univ. Carolinae - Biol. 1/2 /1966/, 131-133, - 4. Sladký, Z., Preslia 39/1967/, 229-235. - 5. Sladký, Z., Biologia plantarum 12/1970/, 388-394. - 6. Sladký, Z., Biologia plantarum 14/1972/, 273-278. - 7. Westergaard, M., Naturwiss. 40/1953/, 253-260.

РОЛЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЦВЕТКОВ ОДНО-  
И ДВУДОМНЫХ РАСТЕНИЙ\*

Зденек Сладки

В работе исследуется характер эндогенных регуляторов у двух кв. огурцов с различным течением процессов дифференциации пола цветков. Кв. Но 20 однодомный, он несёт сначала тычиночные и позднее гермафродитные цветки. Вторая линия несёт с самого начала только пестичные цветки.

Экстракты ростовых веществ из различных степеней развития разделены хроматографически и биологически тестированы на ауксиновые, гиберелиновые и цитокининовые вещества и ингибиторы. Показывается, что пестичные растения имеют высшее содержание ауксиновых веществ и отличаются содержанием гиберелинов и цитокининов.

Аппликация НУК на листья в конц. 50 мг/л у кв. Но 20 ускоряла возникновение пестичных цветков и фруктов. Аппликация ГК в конц. 500 мг/л на листья пестичной линии вызвала возникновение тычиночных и гермафродитных цветков.

Аналогичным способом исследован характер эндогенных веществ у двухдомного *Melandrium album*, тычиночные растения которых отличаются от пестичных одним более длительным хромоаозом, который обеспечивает возникновение тычинок и ограничивает развитие пестика.

Содержание ростовых веществ у обоих полов отличается, но зависимости не так однозначны. Аппликация синтетических веществ не вызвала предполагаемых изменений дифференциационных процессов.

## STUDIUM FOTOPERIODICKY PODMÍNĚNÉHO KVETENÍ.

I. REGULACE ORGANOGENNÍ AKTIVITY OSNÍCH  
APIKÁLNÍCH MERISTÉMŮ

Jan Krekule, Jana Opatrná a Frideta Seidlová

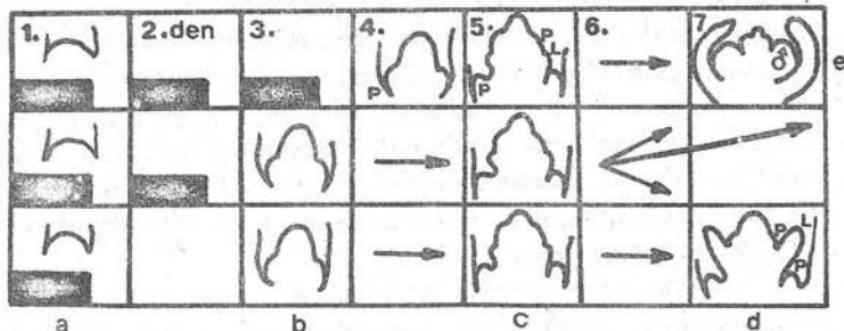
Vhodnou medelevou situací pro studium organogenní aktivity osních apikálních meristémů, jež v konečné míře rozhoduje o charakteru ontogenese i habitu rostlin, je fotoperiodicky podmíněné kvetení. Je uskutečňováno sledem výrazných anatomicko-morfologických změn, přičemž fotoperiodický zásah umezuje dobrý časový odhad jejich prvních projevů i dalšího průběhu. Současný fyziologický výklad vychází z předpokladu indukčního charakteru navození differenciace a následující značné autonomnosti probíhajících morfogenetických etap, jež vedou přímo ke konečnému projevu - kvetení. Tate morfogeneze je nejčastěji studována buď jako výraz účinku specifických (florigenních) fytohormonů (2), s důrazem na jejich chemickou identifikaci, nebo jako detailní pohled na časový sled a lokalizaci cytologických, anatomických a morfologických změn meristémů (1) s cílem odvodit z měmící se struktury i její fyziologické determinanty.

Zabývali jsme se uvedenou problematikou na příkladu krátkodenní rostliny *Chenopodium rubrum* L. Významná závislost fotoperiodické citlivosti našeho materiálu na stáří a charakteru růstu, možnost ovlivnění rostlin již v juvenilním období (při pěstování v řízených podmínkách malobjemových klimaboxů) umožnily shromáždit rozsáhlý experimentální materiál, jehož zobecnění se liší od běžně přijatých interpretací.

Naše studium vychází z podrobného sledování změn v anatomické, cytologické i morfologické stavbě meristémů v podmínkách, jež vedou ke kvetení a jež jsou pro toto suboptimální.

Schematické znázornění navozené differenciace (obr. 1), ukazuje, že snížení apikální dominance, projevující se růstem laterálních orgánů ve vzrostném vrchelu je primárním

morfologickým projevem účinku krátkého dne bez ohledu na konečný výsledek (kvetení, nekvetení). V suboptimálních podmírkách indukce vede aktivace růstu listů na nepřetržitém osvětlení záhy k obnovení "vegetativní" funkce apikálního meristému (8, 11). Tato shoda počátečních projevů působení indukčních podmínek (jeden, dva či tři krátké dny) se projevuje i na cytologické úrovni (11). Pedrebná analýza anatomicko-morfologické struktury apikálního meristému (vzrostného vrcholu) pomáhá i vysvětlit výraznou časovou závislost účinku růstových látek (auxinů, cytokininů, abseisové kyseliny a giberelinů) i jeho stimulační či inhibiční charakter (3, 4, 5, 10). V zásadě vedou zásahy spojené s inibicí prvních projevů růstu pupenů (auxiny, někdy cytokinin) k zachování "vegetativního", preinduktivního stavu meristémů a tedy ke zrušení indukčního efektu, stimulace pupenů (kys. abscisová) naopak kvetení podporuje (7). V období zvýšeného zakládání a růstu laterálních orgánů (větvení), není ovlivnění růstovými látkami (stejně jako např. účinek odstranění kořenů, vodního stresu ap.) jednoznačné a závisí nejen na změnách korelací mezi listy a pupeny, ale i na vztazích mezi laterálními orgány a differencujícím se terminálním květem.



Obr.1. Průběh morfogenetických změn vzrostného vrcholu při rozdílné fotoperiodické indukci: a) před indukcí, b) zvětšení vrcholu, zakládání pupenů, c) větvení, d) zvegetativní, e) poupe. (L-list, P-pupen)

Analýza nukleových kyselin ukázala, že jejich syntéza je závislá jak na světelném režimu indukčních podmínek, tak na organogenetické aktivitě meristémů. Bylo zjištěno, že indukční podmínky bezprostředně navození pokles syntézy všech frakcí nukleových kyselin, který se projevuje nejen ve vlastním meristému (6,9), ale i v obklopujících jej mladých listech.

Uvedená zjištění lze shrnout:

- Fotoperiodická květní indukce má, pokud u *Chenopodium rubrum* zahrnuje několik krátkodenních cyklů, v podstatě kvantitativní charakter, přičemž jednotlivé cykly nacházejí svůj výraz jak v konečném morfologickém projevu, tak v dynamice navozených anatomicko-morfologických změn.
- Morfologickou sekvenci vedoucí od "vegetativního" apikálního meristému ke kvetení lze rozčlenit do etap, z nichž některé mají samostatnou fyziologickou interpretaci odvozenou většinou od hormonálního výkladu korelací mezi dospělými orgány. Běžným případem je aktivace pupeny a inhibice růstu listů (snížení apikální dominance) krátkým, indukčním dnem; či aktivace růstu a zakládání listů nepřetržitým osvětlením v suboptimálních podmínkách indukce. Lze předpokládat, že působení světelného režimu je zprostředkováno změnami v metabolismu nativních růstových látek.
- Sledovaný systém, na rozdíl od fotoperiodicky extrémně citlivých modelů, navozuje nízký stupeň determinace v květní morfogenezi s častou možností reverze do vegetativního stavu a významným modulujícím účinkem ekologických podmínek i chemických zásahů, ať již tyto působí v pře- či pestindukčním období. Tato situace se zdá být typická i pro ontogenezu fotoperiodicky citlivých rostlin v přizpůsobených podmínkách.

- Bernier, G., Can.J.Bot. 49 /1971/, 803-819.- 2. Čajla-chjan, M.Ch., Usp. Sovr.Biol. 69 /1970/, 306-318. - 3. Krekule, J., Acta Univ. N.Copernici, Ser.Biol.XVIII, 37 /1976/, 9-18.- 4. Krekule, J., Přívratský, J., Z.Pflanzen-

physiologie 71 /1974/, 345-348.- 5. Krekule, J., Seidlová, F., Ann.Bet. 37 /1973/, 615-623.- 6. Krekule, J., Seidlová, F., Biel. Plant. 19 /1977/, 292-299.- 7. Krekule, J., Ullmann, J., Biel. Plant. 13 /1971/, 60-63.- 8. Seidlová, F., Z. Pflanzenphysiologie 73 /1974/, 394-404.- 9. Seidlová, F., Biel. Plant. 19 /1977/, 136-141.- 10. Seidlová, F., Krekule, J., Ann. Bet. 41 /1977/, 755-763.- 11. Seidlová, F., Opatrná, J., Z. Pflanzenphysiologie (v tisku).

## ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ИНДУКЦИЯ ЦВЕТENIIA.

1. РЕГУЛЯЦИЯ ОРГАНОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ ВЕРХУШЕЧНОЙ  
ОСЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ *CHENOPODIUM RUBRUM*

Ян Крекуле, Яна Опатрия и Фридета Сайдлова

У короткодневного растения *Chenopodium rubrum* проходила фотопериодическая индукция в контролируемых условиях. Один короткий день достаточен для цветения очень молодых растений, но для более старых растений необходимы три-четыре коротких дня. Различные указатели дифференциации верхушечных меристем были исследованы в условиях оптимальной и субоптимальной фотопериодической индукции. Изучались анатомическая и морфологическая структура верхушек роста, синтез нуклеиновых кислот и влияние ростовых веществ (ауксинов, цитокининов, гиббереллов и абсцисовой кислоты) и антиметаболитов нуклеиновых кислот. Изучалось цветение также в условиях перерыва темноты красным светом и при отрезке корней.

Из данных вытекают следующие заключения:

- Переход растений *Chenopodium rubrum* цветению имеет количественный характер; каждому последующему короткому дню соответствуют определенные изменения анатомической и морфологической структуры.
- Морфологические фазы дифференциации верхушечки роста можно объяснить на основании изменений апикального доминирования. Мы можем предполагать гормональную регуляцию морфологических фаз развития, представляющих собой цепь изменений корреляций роста в меристеме.
- Фотопериодическое воздействие и дифференциация верхушечной меристемы отражает в скорости синтеза нуклеиновых кислот. Непосредственным результатом короткодневной индукции является понижение всех фракций нуклеиновых кислот.

## STUDIUM FOTOPERIODICKY PODMÍNĚNÉHO KVETENÍ.

II. SYNTÉZA NUKLEOVÝCH KYSELIN V LISTECH A DĚLOHÁCH,  
VLIVY STÁŘÍ A RYCHLOSTI RŮSTU

Jiří Zadina, Jaroslav Ullmann a Libuše Pavlová

Jako součást problematiky experimentální morfogeneze - studia fotoperiodicky navozeného kvetení, jsme se v návaznosti na práce týkající se osních apikálních meristémů, zabývali otázkami vlivu indukčních podmínek v zelených částečkách rostliny *Chenopodium rubrum* L. a studiem růstových projevů, jež zeslabují či zesilují fotoperiodickou citlivost. V teoretickém schematu fotoperiodické květní indukce jsou listy pokládány za přirozený recepční orgán fotoperiodického signálu i za místo jeho "zpracování", tj. převedení na systém hormonální regulace rostliny, jež řídí transformaci osních apikálních meristémů. Zároveň bylo třeba objasnit některé zvláštnosti našeho experimentálního modelu, který na rozdíl od většiny fotoperiodických systémů projevuje se stářím snižující se fotoperiodickou citlivostí (2) a u něhož je fotoperiodická indukce možná již v juvenilním období, takže recepčním orgánem fotoperiody jsou dělohy.

Část práce byla věnována otázkám studia odrazu fotoperiodických podmínek v syntéze nukleových kyselin probíhajících v dělohách. Šlo o to zjistit, zda fotoperiodismus vyvolává v osních orgánech i dělohách analogické změny a zda je tyto možno interpretovat s ohledem na navozené kvetení. Obecným předpokladem takových studií bylo prověření účinku světelných režimů (i neperiodického charakteru) na syntézu nukleových kyselin v zelených částečkách. V rámci tohoto přístupu byly analyzovány většinou s použitím izotopových technik, pomocí chromatografie na kolonách MAK, ribozomy centrifugací v hustotním gradientu a nukleové kyseliny v dělohách elektroforézou na polyakrylamidových gelech jak v podmínkách konstantního světla a tmy, tak v přechodné situaci světlo → tma, tma → světlo a v různých indukčních případech vedoucích ke kvetení.

(indukce opakováním krátkým dnem: 16hod. tmy, 8hod. světla), nebo alespoň navozujících první morfologické projevy indukovaného stavu vzrostného vrcholu. Obtížnost takových pokusů je spojena s tím, že z technických důvodů lze analytickými postupy obsáhnout jen omezený počet vzorků, zatímco z hlediska uvedeného cíle je účelné sledovat nukleové kyseliny v co nejkratších intervalech, zvláště vzhledem k existenci řady endogenních rytmů, zjištěných u *Chenopodium rubrum* (1, 7).

Situace je o to komplikovanější, že samo kvetení u *Chenopodium rubrum* je řízeno endogenním rytmem (4) a podmínky navozující kvetení i endogenní rytmus nukleových kyselin (5) mohou být totičné, jakkoli jejich charakter je rozdílný. Je samozřejmé, že ve všech uvedených případech studia nukleových kyselin, při nichž bylo používáno  $^{32}\text{P}$  je třeba uvažovat vliv světelného režimu na příjem tohoto izotopu. Dosud získané výsledky můžeme zobecnit následujícím způsobem:

- 1) Syntéza a obsah NK v zelených částech rostliny se ukázaly být závislé na světelných podmínkách (3). Vyšší hodnoty zjištěné na světle jsou zčásti vysvětlitelné i zvýšeným příjemem prekurzorů NK.
- 2) Analýzami ribozomů dělů rostlin (s použitím např. dvojího značení  $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$ ) za fotoperiodických podmínek, které vyvolávají kvetení nebyly zjištěny v syntéze NK změny, které by bylo možno bezprostředně spojovat s indukcí (na rozdíl od dřívější tématické literatury, např. 8, která takové specifické změny vyvozuje). Pozorované zvýšení všechn frakcí RNK v temném i světelném období druhého a někdy i třetího indukčního cyklu lze vysvětlit na kvetení nezávislým (6) rytmem syntézy NK.

Otzáka fyziologické charakteristiky dělů jako fotoperiodického receptoru byla studována jako dynamika změn základních růstových charakteristik dělohy (velikost povrchu, změny ve hmotnosti sušiny a v obsahu chlorofylu a kolísání syntézy RNK vyjádřené jako inkorporace  $^{32}\text{P}$  do

cytoplasmatických ribozomů) v čase. Jednalo se o to, zda budou zjištěny změny, které lze interpretovat jako projekty senescence a zda je možno tyto změny korelovat s nalezenými zněními fotoperiodické citlivosti dělch (Pozn.: je samozřejmé, že u starších rostlin se podílí na příjmu fotoperiodického impulzu i jiné zelené orgány než dělhy). Výsledky ukázaly, že změny sledovaných kritérií neodrážejí bezprostředně měničí se fotoperiodickou citlivost, a že v období fotoperiodických zásahů v našich pokusných podmínkách (cca 10 dnů) nedochází ke změnám obvykle charakterizujícím senescenci. Tate zjištění ukazují, že v našem systému je děloha relativně po dlouhou dobu hlavním recepčním orgánem s vysokou fyziologickou aktivitou.

Výrazné rozdíly ve fotoperiodické citlivosti rostlin byly dále řešeny též vypracováním systému anulování indukčního účinku krátkého dne červeným světlem (zásah v systému R/RF s předpokládanou přítomností fytochromu), který umožnuje manipulovat s podmínkami růstu nezávisle na indukci.

Výsledky mají zatím orientační charakter, přesto umožňují zobecnění: determinující pro změnu fotoperiodické citlivosti se zdá být spíše anatomicko-morfologický stav vzrostného vrcholu, než celkové růstové změny rostliny.

1. Cumming, B.G., Can.J.Bot. 47 /1969/, 309-324.- 2. Přívratský, J., Tykva, R., Krekule, J., Z. Pflanzenphysiol. 78 /1976/, 377-386.- 3. Teltscherová, L., Krekule, J., Ullmann, J., Biol. Plant. 14 /1972/, 343-349.- 4. Teltscherová, L., Opatrná, J., Pleskotová, D., Biol. Plant. 16 /1974/, 341-347.- 5. Teltscherová, L., Pleskotová, D., Biol. Plant. 15 /1973/, 419-426.- 6. Teltscherová, L., Pleskotová, D., Biol. Plant. 18 /1976/, 50-57.- 7. Wagner, E., Cumming, B.G., Can.J.Bot. 48 /1970/, 1-18.- 8. Yoshida, K., Umemura, K., Yoshinega, K., Oota, Y., Plant Cell Physiol. 8 /1967/, 97-108.

## ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ИНДУКЦИЯ ЦВЕТЕНИЯ.

## 2. СИНТЕЗ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ В СЕМЯДОЛЯХ, ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА И СКОРОСТИ РОСТА.

Иржи Задина, Ярослав Уллманн и Либуша Павлова

В теоретической основе индукции цветения листья занимают место рецептора фотопериодического сигнала. У нашей экспериментальной модели *Chenopodium hybridum* фотопериодическая индукция осуществляется в очень молодом возрасте и рецептором являются семядоли.

Наша работа посвящена вопросам влияния световых фотопериодических и непериодических условий на синтез нуклеиновых кислот в семядолях. Нуклеиновые кислоты были анализированы на колонках МАК и методом поликариламидного электрофореза. Были также исследованы физиологические возрастные характеристики семядолей: рост поверхности, сухой вес, содержание хлорофилла и синтез рибонуклеиновой кислоты цитоплазматических рибосом.

Из данных вытекают следующие заключения:

- Синтез и содержание нуклеиновых кислот в семядолях *Chenopodium hybridum* меняются в зависимости от световых условий. Методом двойной метки установлено, что изменения не связаны прямо с фотопериодической индукцией.
- Рассмотр физиологических данных роста растений в наших экспериментальных условиях показывают высокую физиологическую активность семядолей, несмотря на которую фотопериодическая чувствительность сильно изменяется.
- Для фотопериодической чувствительности нашей модели большее значение имеет анатомическое-морфологическое состояние верхушечной меристемы чем ростовые возрастные изменения семядолей.

VPLYV FLURENOLU NA RAST A TVORBU KVETNÝCH FASCIÁCII RUMANČEKA  
PRAVÉHO /MATRICARIA CHAMOMILLA L./

Štefánia Vaverková

Dnes už veľmi obsiahla problematika vývoja a aplikácie herbicídov sa orientuje prevažne na zvyšovanie výrobcie základnej rastlinnej výroby. Nemožno však nechávať stranou ani liečivé rastliny, ako ďalšiu nevyhnutnú bázu pomoci človeku, pri ktorej sa štúdiu vplyvu herbicídnych látok venovala dote-raz malá pozornosť. Medzi problémy, ktoré je treba riešiť so zameraním na potreby praxe, patrí na poprásnom mieste aj sledo-vanie vplyvu herbicídov na samotnú liečivú rastlinu, na jej rast, produktivitu a technologickú hodnotu užitkových konzum-ných orgánov.

Flurenol nás zaujal ako látka, ktorá v kombinácii s her-bicídmi typu stimulátorov rastu fortifikuje účinok týchto zme-sí proti relatívne rezistentným burinám, pričom na rumančeko-vité buriny je jej účinok nezriedka slabší /1,2,3 a iné/. Po-prítom sa flurenol ukázal aj ako látka, ktorá za určitých pod-mienok vplyva na siličnatosť rastliny /4/. Tieto výsledky nám dali podnet preskúmať priamo v poľných i v skleníkových pod-mienkach a na viacerých ukazovateľoch aktivitu na rumanček sa-mého flurenolu, nezávisle od MCTA a najmä so zreteľom na toler-anciu rastliny.

V práci predkladáme výsledky pokusov pôsobenia flurenolu na rast a zmeny v morfogenéze kvetných úborov rumančeka pravého.

#### Materiál a metóda

Účinok flurenolu na rumanček pravý /Matricaria chamomilla L./ sme sledovali v piatich termínoch počas štyroch fáz onto-genézy rastliny. Prvý postrek sme vykonali preemergentne, krát-ko pred vzádením rastlín, ďalšie za sebou v odsturoch 20, 28, 35 a 49 dní po vzádení. Rastliny sme pestovali na nivnej nie-sočnato-hlinitej pôde. Každý variant sa trikrát onakoval. V piatich termínoch počas vegetácie sme priebežne merali výšku rastlín. V časti pokusu sme vyhodnotili účinok flurenolu na

na hlavné cieľové parametre produktivity rumančeka. Popri biometrických údajoch sme hodnotili aj niektoré osobitosti morfogenézy úborov po ošetrení rumančeka skúmanou látkou, ako sú o nich poznámky v tabuľke.

#### Výsledky a diskusia

Flurenol zjavne ovplyvňuje dynamiku rastu rumančeka práveho, a to nielen negatívne, ale z veľkej časti aj pozitívne.

Približne do odnožovania sa flurenol neprejavil nepriaznivo /prakticky ani pri najvyšej koncentrácií/, naopak, vo väčšine prípadov sa rast rumančeka v tomto období flurenolom výrazne stimuloval. Pri preemergentnej aplikácii sme zistili stimulačný účinok, prevažne vysokobreukazný, v značne širokom rozpäti použitých koncentrácií, od 0,005 až po 0,1 %. Pri koncentráciách nižších ako 0,1 % flurenol zrýchluje začiatočný rast rumančeka pri všetkých termínoch postreku, tak pred vziazením, ako aj pri aplikácii na listy v rôznych zvolených morfologických štádiach, od štyroch pravých listov až po tvorbu ružice. Pozitívny účinok flurenolu sa stupňuje približne do začiatku odnožovania. Pri strednej a nižších koncentráciách sa udržuje tento trend aj počas prvých fáz odnožovania. V ďalšom priebehu odnožovania sa uchováva nások v raste v porovnaní s kontrolnými rastlinami už len pri nižších koncentráciách flurenolu /0,005 až 0,01 %/ pri postreku rumančeka vo fáze štyroch až 10 pravých listov. Pri týchto variantoch sa predstih v porovnaní s neošetrenými rastlinami nezotiera celkom ani pri poslednom meraní, keď už rastliny svoj vegetatívny vývin skončili. V tomto termíne možno poukázať ešte na preukazný rozdiel pri 0,01 % -nej koncentrácií aplikovanej vo fáze 8 až 10 pravých listov. Vo väčšine prípadov sa však rozdiel oproti kontrole pri hodnotách výšky dospelých rastlín už nepozoruje. Spočiatku vystupňovaná dynamika rastu rumančeka po ošetrení flurenolom sa v priebehu ontogenézy rastliny väčšinou postupne vyrovňáva jej úrovni pri kontrolných rastlinách.

Je zaujímavé, že pri koncentráciách 0,01 až 0,05 %, ktoré aplikované preemergentne, alebo vo fáze 4 až 10 pravých lis-

tov optimálne stimulovali rast rumančeka v prvej polovici vegetácie, sa rastliny vyznačujú výskytom nadnormálne zvážených kvetných úborov. V literatúre /5,6/ sa tento jav označuje ako kvetné fasciacie. Da sa vyvolať aj účinkom iných látok, napr. kolchicínu /5/ a zmeny sú schopné sa geneticky fixovať /6/. Naše výsledky ukazujú, že kvetné fasciacie možno získať aj posobením látok zo skupiny herbicídov. Okrem kvetných fasciacií sa mohol pozorovať na úboroch vplyvom flurenolu aj anomálne zmenený tvar kvetného ložka.

Tabuľka 1. Hodnotenie morfológických ukazovateľov na dosneľých rastlinách rumančeka pravého po postreku flurenolom, v štádiu 8 - 10 pravých listov. /Bewertung der morphologischen Anzeiger auf den Reifoflanten der Echten Kamille nach der Bespritzung mit Flurenolon im Stadium der 8 bis 10 echten Blätter.

va- riant	konc. v %	šírka kvet. ložka /mm/	výška kvet. ložka /mm/	hmot. úboru /g/ čerstvá suchá	výnos úborov z 2 m /g/		nomer zosch- nutia
FLU	0,005	7,6	9,2	0,191	0,039	1 554	1:5,01
	0,01	-	-	0,220	0,042	1 247	1:5,23
K	-	7,1	7,5	0,161	0,032	1 495	1:4,98

Pritom, že výsledný rast rumančeka bol použitými nižšími koncentráciami flurenolu ovplyvnený skôr priaznivo než depresívne, flurenol pri koncentrácií 0,01 % jasne znížil produkтивitu úborov na jednotku plochy /tab. 1/ aj napriek tomu, že v porovnaní s neošetrenými rastlinami znateľne zvýšil veľkosť a hmotnosť úborov rumančeka. Tento vplyv herbicídnej látky nie je ojedinelý. Ako napr. uvádzá ROSSBERG /7/, herbicídy auxínového typu spôsobovali skôršie nasadzovanie kvetov, hoci ich celková produkcia bola menšia ako na nepostriekaných rastlinách. Postrek flurenolom, ktorý znížil produkciu úborov,

naopak, tvorbu silice ovplyvnil vo všetkých prípadoch nezvyčajne priažnivo. Vplyv sledovaneho agensu na vzostup silice prejavil sa v základných črtách v nepriamom vzťahu k jeho pôsobeniu na úrodu úborov.

### Záver

Testoval sa účinok 9-hydroxy-fluorén-karbónovej kyseliny na vegetatívny rast a tvorbu kvetov rumančeka pravého v koncentráciach od 0,005 do 0,5 %, použitych v rôznych terminoch počas začiatocného vývinu rastliny.

Na skoršie fázy rastu prejavil flurenol stimulačný účinok, ktorý sa však s postupujúcou ontogenézou rastliny väčšinou stieral. Optimálne koncentrácie pre rast zelených častí /0,01 až 0,05 %/ spôsobovali v pozoruhodnom počte aj vznik kvetných fasciácií, podmienujúcich tvorbu anomálne zväčšených úborov. Celková produkcia kvetov bola však nižšia ako na neošetrených rastlinách. Pri koncentrácií 0,005 %, množstvo úborov na jednotku plochy sa v porovnaní s kontrolou nezmenilo.

Z hľadiska celkového hodnotenia aktivity flurenolu, možno flurenol hodnotiť nielen ako herbicídnu látku, ale aj ako všeobecnejšie fyziologicky pozoruhodnú zlúčeninu.

### Literatúra

1. Nováková, V., Agrochémia 10 /1970/, 130-132.-2. Adámovská, M., Sborník - Dni novej techniky, Bratislava /1970/, 17. -3.
- Gahér, S., Sborník - Dni novej techniky, Bratislava /1972/, 59. -4.
- Vaverková, Š., Priečrédny, S., Farmaceutický obzor 45 /1976/, 535-544. -5. Chládek, M., Košová, V., Hrubý, K., Die Pharmazie 13 /1958/, 712-715. -6. Chládek, M., Košová, V., Die Pharmazie 14 /1959/, 476-478. - 7. Rossberg, M., Pharmazeutische Praxis 8 /1964/, 190-191.

## Влияние флюренола на процессы роста и образование цветочных фасцияции Ромашки аптечной

Штефания Ваверкова

Исследовалось действие 9-гидрокси-флюрен-карбоновой кислоты на вегетативный рост и образование цветков Ромашки аптечной в концентрациях от 0,005 до 0,5%, примененных в различных терминах во время зачаточной стадии развития растения.

На более ранние фазы роста оказал флюренол стимулирующее действие, которое с поступающим онтогенезом растения большей частью стиралось. Оптимальные концентрации для роста зеленых частей / 0,01-0,05% / вызывали в значительном количестве также образование цветочных фасцияции, обусловливающих возникновение неравномерно увеличенных цветочных корзинок. Общая продукция цветков была ниже пролукции растений, за которыми не ухаживалось. При концентрации 0,005% количество корзинок на единицу площади, по сравнению с контролем, не изменилось.

## STUDIUM RŮSTOVÝCH LÁTEK U BRAMBOR

Josef Popr

Při ovlivnění produkce brambor je stále větší pozornost zaměřena na fyziologické faktory a fyziologicky aktivní látky. Výsledky dosažené některými autory s použitím stimulačních faktorů u brambor dokazují, že tato problematika zaslouhuje plnou pozornost (1, 2, 3). Méně příznivé výsledky jiných však naznačují, že použití biologicky aktivních látek je složitým problémem. Výsledek je modifikován řadou faktorů, kterým zatím nebyla věnována patřičná pozornost. Vliv přípravků s hormonálním působením na brambory je velmi silně ovlivněn fyziologickým stavem rostliny nebo hlízy v době ošetření (4, 5, 6, 9). Pro plnou kontrolu fyziologických dějů růstu a vývoje je třeba vycházet z vnitřních nativních metabolických pochodů regulace, z poznání fyziologických zákonitostí a biochemických mechanismů těchto dějů.

Studiu změn nativních látek hormonálního charakteru u brambor je věnováno mnoho prací, které se však v převážné většině věnují sledování pouze jednotlivých látek nebo základních fyziologických dějů z hlediska jedné látky. Pro získání dalších poznatků je žádoucí použití nových metod stanovení, k docílení komplexnějšího pohledu na jednotlivé fyziologické děje.

V laboratoři fyziologie VŠÚB je otázce stanovení nativních růstových stimulačních a inhibičních látek věnována značná pozornost. Při metodických studiích frakcionace extraktu organickými rozpouštědly v elnotropní řadě byla potvrzena možnost současného sledování spektra několika skupin růstových látek z jedné navážky (8, 10). Bylo použito separace skupin látek na Sephadexu LH 20 v metanolu (7, 10) a vypracována příprava vzorku a dělení kyselé ethyletherové a kyselé ethylacetátové frakce plynovou chromatografií (11). Výsledky biotestů ukazují na pokles inhibic spojený s nárůstem stimulací při průběhu dormance hlíz a vzestup inhibic.

bíc spojený s poklesem stimulací v průběhu ontogeneze rostlin, provázeným zastavením růstu trsu a tvorbou hlíz. Byla zjištěna silná inhibiční aktivita v n-butanolové frakci. Dílčí výsledky plynovou chromatografií indikují rychlé změny obsahu nativních látek (11).

Další práce na tomto úseku má přinést komplexnější pohled na změny v obsahu stimulačních a inhibičních látek v průběhu ontogeneze brambor s cílem poznání a využití k ovlivnění produkce.

#### Literatura

1. Poppr, J., Štěpánková, J., Zrůst, J., Genetika a šlechtění 5 /1969/, 285-290. - 2. Poppr, J., Metodiky ČSAZ - UVTI 33 /1969/, 35-40. - 3. Poppr, J., Genetika a šlechtění 6 /1970/, 35-42. - 4. Poppr, J., Rostl. výroba 16 /1970/, 735-739. - 5. Hruška, L., Poppr, J., Acta Universitatis Agriculturae (VŠZ Brno) 18 /1970/, 23-34. - 6. Poppr, J., Sborník vědeckých prací VÚB 4 /1971/, 91-99. - 7. Poppr, J., EAPR, sborník fyziologické sekce, 21.6. - 26.6.1971, Praha. - 8. Poppr, J., Acta Universitatis Agriculturae (VŠZ Brno) 23 /1975/, 887-899. - 9. Poppr, J., Sborník věd. prací VŠÚB 6 /1977/, 93-101. - 10. Poppr, J., Kand. disertační práce, VŠZ Brno /1977/. - 11. Poppr, J., Dílčí závěrečná zpráva VŠÚB /1977/.

Ростовые вещества и ингибиторы у картофеля  
Йосеф Попир

Доклад показывает результаты, которые были получены в лаборатории физиологии картофеля в Научно-исследовательском институте картофелеводства.

Фракционирование экстракта нативных ростовых веществ органическими растворителями в элюторическом ряду подтверждает возможность одновременного изучения спектра нескольких групп ростовых веществ из одной навески.

Использование сепарации гель-хроматографией на сефадексе LH 20 в органических растворителях является выдающимся методическим вкладом для определения нативных ростовых веществ.

Результаты определения нативных ростовых веществ биотестами доказывают нарастание ингибции в течение онтогенеза растения, которые ведут к прекращению роста ботвы и к накоплению клубней.

Начинается работа по газовой хроматографии, которая позволяет показать на быстрый переход нативных веществ в течении роста и развития растений.

ZÁVISLOST NIEKTORÝCH KVANTITATÍVNYCH UKAZOVATEĽOV  
OD RASTU LISTOVÉHO SÚBORU OZIMNEJ PŠENICE  
František Kubjatko, Andrej Göbő

Sledovaním vertikálneho gradientu pola žiarenia u jednotlivých listov a jeho celkového efektu vo vitálnom spoločenstve monokultúr rôznych obilovín získavame v priebehu vegetačného obdobia rozdielne hodnoty účinnosti v premene žiarenia. V prirodzených multifaktoriálnych podmienkach vystupuje pre pestovateľa ozimnej pšenice ďalšia dôležitá otázka a to voliť taký biologický materiál, u ktorého priestorové usporiadanie listového súboru zabezpečuje v maximálnej miere rovnomernosť rozdelenia hodnot ožiarenia jednotlivých listov. Vychádzajúc z tejto požiadavky musí pestovateľ pri dostatočnej informácii o biologických zvláštnostach odrody voliť i vhodnú hustotu výsevu, aby zbytočne /napr. pri prehustenom výseve/ nedochádzalo k ožiareniu veľkého počtu listov v nadsaturačných dimensiách a u iných by sa prejavil potenciálny deficit. V opačnom prípade, ak ide o odrody s nízkou odnožovacou schopnosťou a aplikácia hustoty výsevu to nezohľadňuje, potom dochádza k nedostatočnému využitiu účinnosti žiarenia. /7/.

Pripomíname, že produkčný efekt v poraste nebude podmienený iba žiareniom, ale tiež dostupnosťou vody a živín v pôde, primeranou koncentráciou  $\text{CO}_2$  v atmosféri a geneticky fixovanými zvláštnosťami fotosyntetického ústrojenstva, ovplyvňujúceho stupeň aktivity fotochemických reakcií. V neposlednej miere je potrebné zohľadniť veľkosť asimilačnej plochy, anatomickú štruktúru príslušných listov /1, 22, 10/. Ďalej je potrebné brať v úvahu schopnosť pletiva udržiavať požadovaný stupeň hydratácie, ktorá podmieňuje permeabilitu bunkových stien, ovplyvňuje cytoplazmatický matrix chlorofyllových buniek a ovplyvňuje enzymatické procesy fotosyntézy /4/.

Do okruhu tejto značne širokej problematiky sme začlenili experimentálne práce mášho pracoviska od r. 1962. V dvoch teamoch sme riešili otázky morfogenézy ozimnej pše-

nice s orientáciou na dynamiku apikálnych meristémov najmä v období jesenno-zimnom /8/. Študovali sme anatomické znaky listov rôznych genotypov ozimnej pšenice počas ontogenézy /2/. Podrobili sme korelačným štúdiám vzťahy medzi anatomickými štruktúrami listov a úrodu u rôznych genotypov /9/. S danou problematikou korešpondují i štúdie heterogenity chloroplastového aparátu v ontogenéze listov ozimnej pšenice /14/ i ďalšie práce z oblasti štúdia stiebla, časovej determinácie a funkčnej činnosti jednotlivých listov ozimnej pšenice /12/.

Z tu naznačenej problematiky boli obhájené 4 záverečné správy. Pri sledovaní týchto otázok sa niektoré okruhy problémov značne dopĺňajú s prácami Výskumného ústavu obilninárskeho v Kroměříži, ako o nich botanická verejnosť rámcovo informoval napr. RNDr. Lubomír Mátr na konferencii Československej botanickej spoločnosti v Českých Budějovicích v roku 1972.

Zohľadňujúc tému referátu obmedzíme sa v stručnosti na niektoré výsledky získané u troch linií ozimnej pšenice Auróra, Diana II a Iljičovka zo štúdia:

- a/ vzťahu veľkosti asimilačnej plochy každého listu /A, L/;
- b/ vzťahu váhy sušiny listu /W<sub>1</sub>/,
- c/vzťahu integrálnej listovej plochy, asimilačnej možnosti /L<sub>1</sub>, L.A.DM/ a niektorých kvantitatívnych ukazovateľov produkcie.

Z časových a priestorových dôvodov zhrňame naše výsledky stručne takto:

Skupina bazálnych listov /1.- 5./ ovplyvňuje spravidla priebeh prvých etáp organogenézy a nižšia integrálna listová plocha vyvolávala vyšší stupeň mitotického indexu apikálnych meristémov v rastovom vrchole stonky. Rozdiel medzi liniami v tomto smere bol nepreukazný. Keďže porasty v období fyziologickej aktivity tejto skupiny listov prechádzajú cez fázu vegetatívnu a v rastovom vrchole dochádza ku kvalitatívnym štrukturálnym zmenám v súvise s ge-

neratívnu fázou, /zakladaním až tvorbou budúcich frutifikačných orgánov/, - funkčný význam jednotlivých bazálnych listov i celkovej asimilačnej mohutnosti vidíme v priamej korelácii k štruktúre rastového vrchola. Z hľadiska porastu je tu evidentná korelácia k dĺžke trvenia vegetatívnej a generatívnej fázy. Vyššia integrálna listová plocha vegetatívnu fázu predlžovala.

Na základe vyhodnotenia korelačných koeficientov medzi veľkosťou asimilačnej plochy jednotlivých listov konštatujeme, že sa ukázala záporná korelácia medzi bazálnymi listami a dĺžkou klasu i počtom produktívnych kláskov. Ale vysoko preukazná korelácia medzi A,L/, u posledných steblových listov a hmotnosti zrna v klase. Heterogenita odrôd bola v tomto smere nepatrňa.

Pokiaľ ide o vzťah integrálnej listovej plochy ku naznačeným ukazovateľom kvantity, zaregistrovali sme pozitívnu korelačnú väzbu medzi stúpajúcimi hodnotami asimilačnej mohutnosti a dĺžkou klasu i počtom produktívnych kláskov, ale nepreukazné výsledky vo vzťahu k hmotnosti zrna v klase.

Vysoko preukaznú koreláciu sme zaznamenali medzi vähou sušiny vrchných steblových listov a hmotnosťou zrna v klase prakticky u všetkých kultivarov.

Výsledky dosiahnuté v prirodzených podmienkach južného Slovenska korespondujú s obdobnými zahraničnými i domácimi prácami. Ak naša pestovateľská či šľachtiteľská prax nájde v okruhu týchto naznačených problémov motivačné faktory pre svoje využitie, splnili sme svoj cieľ.

#### LITERATÚRA

1. Benková, M., Göböö, A., Kubjatko, F., Acta Fytotechnica 17 /1968/, 15-26. - 2. Benková, M., Kubjatko, F., Göböö, A., Záverečná správa, VŠP-Nitra /1971/. - 3. Bonner, J., Science 137 /1962/, 11-15. - 4. Brix, H., Physiol. Plant. 15 /1962/, 10-20. - 5. Brougham, R.W., Austr.J. agr. Res. 9 /1958/, 39-52. - 6. Burk, D., Fed. Proc. 12 /1953/, 611-625. - 7. Donald, G.M., Symp. Soc. exp. Biol. 15 /1961/, 282-313. - 8. Göböö, A., Kubjatko, F., Polnohospodárstvo 18 /1972/, 564-574. - 9. Göböö, A., Kubjatko, F., Záverečná správa,

- VŠP-Nitra /1973/. - 10. Hesketh, J.H., Crop. Sci. 3/1963/, 493-496. - 11. Kamsl, M.S., Mededel. Landbauwagesh. Wagenugten 58 /1958/, 1-19. - 12. Kubjatko, F., Göbö, A., Acta Fytotechnica /1973/. - 13. Kubjatko, F., Göbö, A., Acta Fytotechnica 29 /1974/, 173-193. - 14. Kubjatko, F., Göbö, A., Záverečná správa, VŠP-Nitra /1975/. - 15. Moss, D.H., Munzrave, R.B., Lemon, E.R., Crop. Sci. 1 /1965/, 83-87. - 16. Mátr, L., Zákl. pome Vědy v Zeměděl. 7 /1965/, 1-84. - 17. Mátr, L., Zborník pro ochranu a tvorbu přírodního prostředí, /Praha/, 1972. - 18. Ničiporovič, A.A., Fotosintez i teorija polučenija vysokich urožajev. Izd.Akad.Nauk ZSSR Pp.1-93 /Moskva/ 1956. - 19. Ničiporovič, A.A., Vlasova, M.P., Fyziol.Rast. 8/1961/, 19-28. - 20. Ničiporovič, A.A., In: Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij. Pp.5-36 - Izd.AN ZSSR, /Moskva/, 1963. - 21. Slavík, B. /ed./ Water stress in Plants. Symp. Praha 1963. Pp. 195-202, Nakl.ČSAV, /Praha/ 1965. - Česták, Z., Čadský, J., a spol. Metody studia fotosyntetické produkce rostlin, ČSAV, /Praha/, 1966. - 23. Thomas, M.D., Hill, G.G., Plant Physiol. 12 /1937/, 285-307.

ЗАВИСИМОСТЬ НЕКОТОРЫХ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ УКАЗАТЕЛЕЙ ОТ РОСТА  
ЛИСТВЕННОГО СОСТАВА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Франтишек Кубяtko, Андрей Гюбэ

РЕЗЮМЕ

В естественных, мультифакториальных условиях при выращивании озимой пшеницы первое место занимает подходящий выбор биологического материала. С целью оптимального использования возделываемой площади желательно выбирать такие культуры, у которых пространственное распределение лиственного состава обеспечивает в максимальной мере равномерность разделения величин облучения отдельных листьев на протяжении всей вегетации. К этому нужно приспособить и густоту посева. К сфере данной проблематики относятся и экспериментальные работы двух групп нашей кафедры. Уже с 1962 года наша кафедра занимается вопросом морфогенеза озимой пшеницы с ориентировкой на динамику апикальных меристемов, онтогенез, анатомические особенности и временную детерминацию функциональности отдельных листьев разных культиваторов. Сюда включаем и тесты хлоропластного аппарата, статьи проводниковой системы, анатомию стебля и некоторые другие исследования корневой системы.

Из некоторых результатов вытекающих из темы доклада укажываем на отношение между интегральной листовой площадью базальных листьев и степенью митотического индекса апикальных меристемов и тем самым и продолжительностью первых этапов органогенеза. Обращаем внимание на высоко проявляющуюся корреляцию ( $A, L$ ) у последних стеблевых листьев и массой зерна в колосе. Очень заметна также корреляция между  $B_1$  верхних стеблевых листьев и массой зерна в колосе. После многолетних наблюдений мы добились хороших результатов в условиях южной Словакии у озимой пшеницы Аврора, Диана 2 и Ильичёвка.

**REGULACE RŮSTU, ORGANOGENEZE A DIFERENCIACE PLASTIDŮ  
V KULTURÁCH IN VITRO**

Jiří Luštinec, Miroslav Kamínek, Věra Hadačová

Studium vývojových procesů rostlin bylo v posledních letech stimulováno podstatným metodickým pokrokem, kterého bylo dosaženo při práci s buněčnými a tkáňovými kulturami. Byly vypracovány metody pro isolaci životašchopných protoplastů a pro řízení jejich vývoje zpět k buňce, k pletivu a k celé rostlině. Bylo prokázáno, že tento řetěz vývojových procesů může vycházet i od protoplastů, které byly modifikovány vzájemnou jejich fuzí, nebo inkorporací organel, zvláště plastidů.

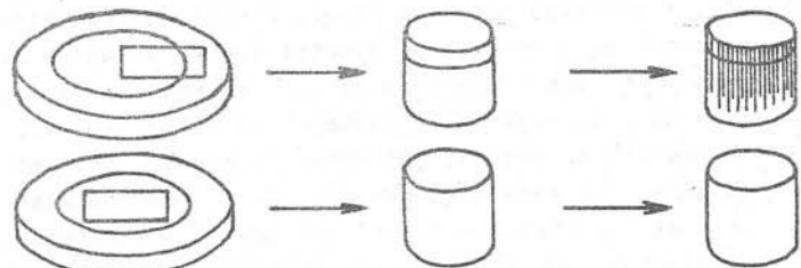
Je naděje, že experimentování tohoto druhu najde své uplatnění i v praxi. Dříve však bude nutné dále zdokonalit příslušné kultivační techniky, včetně metod pro regeneraci rostlin ze somatických pletiv.

V současné době lze pomocí růstových regulátorů, zejména auxinů a cytokininů vyvolat tvorbu kalusu a orgánů v pletivech rostlin různých čeledí. Existují však druhy, v jejichž pletivech, kultivovaných *in vitro*, se tvorbu výhodně nepodařilo vyvolat buď vůbec, nebo byla vyvolána jen obtížně. Lze tedy předpokládat, že v rostlinách se uplatňují další, růst limitující faktory, které dosud neznáme. Nasvědčuje tomu i pokusy, ve kterých jsme studovali vliv kambia na utváření kalusu, na organogenezu a na tvorbu amyloplastů v explantátech lodyžní dřeně kapusty.

Všechny tyto procesy jsou více nebo méně závislé na přítomnosti cukru, cytokininu a auxinu v kultivačním mediu, tvorba kalusu a orgánů je mimo to limitována dalšími látkami, jejichž růstový účinek je méně specifický. V explantátech, odvozených ze dřeně mladých, rostoucích rostlin, může však být tvorba amyloplastů vyvolána samotným cukrem. Na základě nepřímých důkazů předpokládáme, že tato indukce je možná proto, že mladý dřenový parenchym obsahuje určitá množství vlastních cytokininů a auxinů. Tato množství mohou být postačující pro vyvolání tvorby škrobu v plastidech,

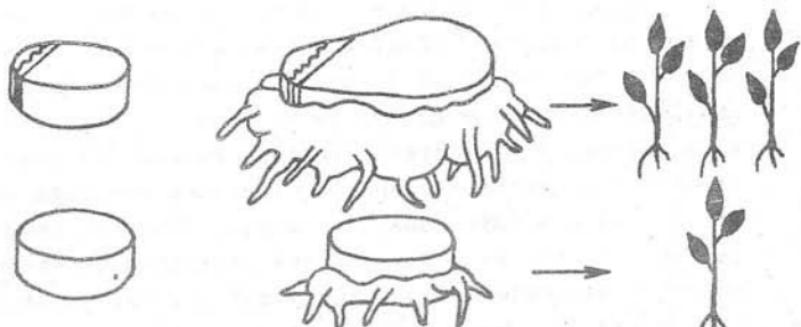
nikoliv však pro dělení buněk a pro jejich expansní růst (1,2). Je-li pletivo kultivováno na mediu, obsahujícím kromě cukru i růstové látky, akumulace škrobových zrn v buňkách může značně zesilit (3).

V lodyžní dřeni, isolované z již nerostoucích, starých rostlin krmné kapusty, nelze tvorbu škrobu vyvolat ani na mediích, obsahujících kromě cukru cytokinin a auxin (2). Na mediu, obsahujícím ještě minerálie, vitaminy a hydrolyzát kaseinu se z takovýchto explantátů vytváří jen slabý kalus a nepočetné kořeny a výhony. Vyřízneme-li však explantáty z lodyhy starých rostlin tak, že kromě dřeňového parenchymu obsahují také cévní svazky, případně i s přilehlou částí kůry, začne se v kambiální zoně cévních svazků vytvářit po několika dnech kultivace na cukerném mediu škrob a jeho tvorba se postupně rozšíří do korového a dřeňového parenchymu (Obr.1). Na komplexním mediu dojde k silné tvorbě kalusu, kořenů a výhonů nebo listů (Obr.2).



Obr.1. Účinek kambia na tvorbu škrobu

Effect of cambium on starch formation



Obr.2. Účinek kambia na vývoj explantátů

Effect of cambium on explant development

Je zřejmé, že stimulační faktor cevních svazků vzniká v kambiu, odkud je transportován do okolních pletiv.

Je známo, že v intaktních rostlinách je meristematická aktivita různých orgánů spojena nejen s jejich růstem, ale často i s hromaděním škrobu (4,5). Úzký vztah mezi těmito procesy byl zjištěn také v kalusových kulturách tabáku při indukci diferenciace pupenů (6).

Vzhledem k tomu, že hlavní funkce meristemů spočívá v produkci nových buněk, vystala otázka, zda a jak souvisí vznik a transport stimulačního faktoru v explantátech kapusty s buněčným dělením. Následující zjištění nasvědčují tomu, že vytváření tohoto faktoru je na buněčném dělení, nebo přesněji, na buněčné proliferaci relativně nezávislé : A-Účinek kambia na tvorbu škrobu se projevuje i při vysokých koncentracích sacharozy (až 40%), které zcela potlačují růst explantátů na komplexním mediu. B-Kyselina nalidixová a streptomycin brzdí částečně růst, ale neovlivňují hromadění škrobu vyvolané kambiem.

Domníváme se, že kambium, podobně jako terminální meristemy, je schopno syntetizovat cytokininy a auxiny, zvláště při zvýšené koncentraci cukru, jaká existuje v kultivačním mediu. Účinek kambia na tvorbu škrobových zrn, na růst kalusu a na diferenciaci orgánů se však přidáním kinetinu a kyseliny naftylooctové do media substituovat nepodařilo. Tyto výsledky nasvědčují tomu, že kambium produkuje nám dosud neznámý růstový faktor, který působí stimulačně na růst buněk a na vývoj plastidů.

1. Luštinec,J., Kamínek,M., Hadačová,V., Acta Univ.N.Copernici, XVIII(1976), 118-120. - 2. Luštinec,J., Kamínek,M., Beneš,K., Sborník referátů z kolokvia o rost.expl.kulturách, Stupy (1974), 75-85. - 3. Luštinec,J., Hadačová,V., Kamínek,M., Proc.Int.Conf.Biochem.Chem.Plant Growth Regul., Cottbus (1974), 311-313. - 4. Seidlová,F., Biol.Plant.(1977), v tisku. - 5. Beneš,K., Kutík,J., rukopis připravované práce (1977/78). - 6. Thorpe,T.A., Murashige,T., Canad.J.Bot.(1970), 277-285.

РЕГУЛЯЦИЯ РОСТА, ОРГАНОГЕНЕЗА И ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ПЛАСТИДОВ  
В КУЛЬТУРАХ *IN VITRO*

Йиржи Луштинец, Мирослав Каминек, Вера Гадачова

Было установлено, что образование крахмала, рост каллуса и органогенез в эксплантатах стебля кормовой капусты специфически зависят по крайней мере от: /1/ сахара, /2/ цитокинина, /3/ ауксина и /4/ до сих пор неидентифицированного фактора, который образуется в меристеме сосудистых пучков и отсюда транспортируется в остальные части эксплантата. Стимулирующее действие сосудисто-волокнистых пучков выражительно проявляется в эксплантатах взятых из стеблевой сердцевины старых, нерастущих растений капусты.

Известно, что в интактных растениях меристематическая активность различных органов связана не только с их ростом, но часто и с накоплением крахмала. Непосредственное отношение между этими процессами было установлено также в каллусных культурах табака при индукции дифференцирования почек.

Ввиду того, что основной функцией меристемов является продукция новых клеток, возник вопрос, связаны ли возникновение и транспорт стимулирующего фактора в эксплантатах капусты с делением клеток, и если связаны, то каким образом. Ниже приведенные результаты говорят скорее о том, что образование этого фактора относительно независимо от клеточного деления, или точнее, от пролиферации клеток: А-Эффект камбия на образование крахмала проявляется и при высоких концентрациях сахара (до 35%), которые полностью подавляют рост эксплантатов на комплексной среде. В-Налидиксовая кислота и стрептомицин частично тормозят рост, но не влияют на накопление крахмала, вызванное камбием.

Авторы предполагают, что камбий, подобно терминальным меристемам, способен синтезировать цитокинин и ауксины, особенно при повышенной концентрации сахара, какая находится в культивационной среде. Эффект камбия на образование крахмальных зерен, на рост каллуса и на дифференцирование при этом однако добавлением кинетина и нафтилуксусной кислоты в среду заместить не удалось.

DIFERENCIACE V TKÁŇOVÝCH KULTURÁCH LÉČIVÝCH ROSTLIN A TVORBA SEKUNDÁRNÍCH METABOLITŮ.

Zdeňka Pospíšilová

Studium procesů růstu, diferenciace a organogeneze probíhá jak u orgánových, tak u kalusových a suspenzních kultur, ale i u kultur volných buněk<sup>5,7</sup>. Zaměřili jsme se na studium diferenciace v kalusových kulturách *Atropa belladonna* L., *Papaver somniferum* L. a *Petasites hybridus* /L./ G.M.SCH.

**Materiál a metodika.** Pro kalusování byly z intaktní rostliny odebírány části stonku pod květními poupaty. Kalusování bylo prováděno v agarovém živném prostředí podle Murashige-Skooga<sup>3</sup>, subkultivace probíhala v témže prostředí upraveném Erdelským<sup>2</sup>. Pro morfologicko anatomická hodnocení jsme použili kalus, kořen, stonk a list rostlin regenerovaných z kalusu. Pro zjištění přítomnosti tropanových alkaloциdů jsme použili kalus bez regenerátů, kalus s regeneráty a samotné regeneráty./*Atropa belladonna* L./

Kalusová kultura *Papaver somniferum* L. byla izolována ze stonku na modifikovaném agarovém médiu Murashige-Skoog<sup>3</sup> s přídavkem 0,1 mg/l kinetinu a 1,0 mg/l 2,4-D. Kultury kultivované na tomto prostředí tvořily v našich pokusech kontrolu. Kromě toho jsme pracovali s médií lišícími se od kontroly 5 a 50 násobkem CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O. Kontrola obsahovala 0,025 mg/l CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O. V kulturách jsme sledovali mitotickou aktivitu buněk, aktivitu polyfenoloxidázy a provedli příkaz opiových alkaloциdů.

Kalusová kultura *Petasites hybridus* /L./ G.M.SCH. byla odvozena z oddenku na médiu<sup>3</sup>. Získaný kalus byl dále pasážován na médiu, v nemě 2,4-D byla nahrazena kys. alfa-NAA. V kalusech bylo pozorováno mitotické dělení, rizogenetické procesy a přítomnost eremofilanových derivátů.

Všechny kalusy byly kultivovány v termostatu při 26°C ve tmě. Byl u nich sledován růst stanovením čerstvé váhy, % čerstvé váhy, stanovením sušiny a % sušiny. Získané výsled-

ky byly statisticky hodnoceny. Dále jsme hodnotili tvar kalusu, vzhled povrchu, barvu a jakost.

Výsledky a diskuze. U tkáňové kalusové kultury *Atropa belladonna* L. jsme změnou živného prostředí vyvolali proces organogeneze. Při kultivaci ve tmě vytvářely některé explantaty světlý, křehký, rozpadavý kalus a některé poměrně tvrdý, kompaktní kalus, žlutošedé barvy. Po určité, nepravidelně dlouhé době se začaly formovat základy rostlin z tvrdého kompaktního kalusu.

Tkáňová kultura, kalus, který netvoří regeneráty je tvořený parenchymatickými buňkami různého tvaru a velikosti, bez náznaku organizace buněk v pletiva. V buňkách lze pozorovat velké vakuoly. Cytoplazma tvoří kolem buněčné stěny vrstvu vybíhající v cytoplazmatické provazce. V buňkách jsou dobré viditelná jádra. Tkáňová kultura, ve které se vytvářely regeneráty, má po anatomické stránce odlišné složení. Povrch tohoto kalusu je tvořen parenchymatickými buňkami protaženými v jemná zvlněná vlákna. Uvnitř kalusu se vyskytuje buňky, popsané v literatuře jako buňky podobné tracheidám<sup>4</sup>. Tyto buňky se v průběhu kultivační doby seskupují nejprve v krátké úseky a postupně se řadí do delších řad a tak tvoří centra základ vaskulární tkáně. Parenchymatické buňky kalusu v okolí center se prodlužují a seskupují v určitém směru, orientují se. V místech, kde je největší koncentrace prototracheálních buněk, se vytváří základ stonku. Je to vychlípenina kalusu, která má na povrchu epidermální buňky. Z tohoto útvaru se dále vydne silný základ stonku s listy, z něhož se po přenesení na světlo diferencuje celá rostlinka s kořenem, stonkem a listy.

Všechny extrakty z lyofilizovaného materiálu reagovaly pozitivně s Dragendorfovým činodlem. V extraktech z kalusů s organogenetickým procesem a v extraktech z regenerátů byl zjištěn tropin a skopolamin.

V pokusech s kalusovou tkáňovou kulturou *Papaver somniferum* L. jsme sledovali zvýšení tvorby sekundárních látek. Hlavní příčinou nedostatečné tvorby těchto látek může být

nepřítomnost nebo malé množství enzymů, působících při biosyntéze. Nedostatky genetických informací tohoto druhu mohou nastat v rozdělování genetického materiálu v průběhu dělení buněk. Důkazem toho je skutečnost, že většina tkáňových kultur je geneticky velmi heterogenní<sup>1</sup>. V našich pokusech jsme sledovali dynamiku růstu tkáně, stupeň ploidie a mitotickou aktivitu. Zjistili jsme, že obsah mědi v živném prostředí neovlivnil podstatně růst tkáně. Nejvyšší procento dělících se buněk jsme zaznamenali krátce po inokulaci, potom mitotická aktivita klesala. Ve vyšetřovaných buňkách jsme pozorovali pouze diploidní sadu chromozomů. Obsah opiových alkaloidů byl nepatrný. To souhlasí s tvrzením autorů<sup>1, 2</sup>, podle nichž je k syntéze sekundárních látek v buňce potřebný určitý stupeň diferenciace. Kalusy z oddenku *Petasites hybridus* /L./ G.W.SCH. vytvářely značné množství kořínků. Pozorovali jsme buňky podobné tracheidám se spirálovitým vyztužením. Cytologicky jsme zjistili aktívni mitotické dělení do 6 dní po inokulaci, polyploidii jsme nezjistili. Z obsahových látek eremofilancogene typu byl přítomný pouze furanopetazarin.

Závěr. Z *Atropa belladonna* L., *Papaver somniferum* L. a *Petasites hybridus* /L./G.W.SCH. byla izclicována kalusová tkáňová kultura. U kalusové tkáně *Atropa belladonna* L. byly pozorovány buňky podobné tracheidám, vznik základů vaskulární tkáně, základů stonků, kořenů a mladých rostlin. V kalusech a diferencovaných rostlinách byly zjištěvány možnosti biosyntézy tropanových alkaloidů. U kalusové tkáně *Papaver somniferum* L. byl sledován vliv mědi na produkcii sekundárních metabolitů. U kalusové tkáně *Petasites hybridus* /L./G.W.SCH. byla pozorovaná rizogeneza a přítomnost furanových derivátů.

Literatura. 1. Cooper, L.S., Cooper, C.D., Am.J. Bot. 51 /1964/, 284. -2. Erdelský, K., Acta F.R.N.Univ. Comen.-Physiol. Plant. III/1971/, 1-10. -3. Murashige, T., Skoog, F., Physiol. Plant. 15/1962/, 473-497. -4. Řeřábek, J., Čpatrný, Z., Biol. listy 3, 36/1971/, 206-222. -5. Street, H.E., Plant tissue and cell structure /Oxford/, 1973. -6. Teuscher, E., Pharmazie 28, H. 1/1973/, 6-18. -7. Willmer, E.N., Cells and tissues in culture. Vol. 3/London/, 1970.

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ В КУЛЬТУРАХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ОБРАЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ СЫМЕНА ВЕЩЕСТВ.

Здемка Неспишилева

Каллюсную культуру мы получали из растений *Atropa belladonna* L., *Papaver somniferum* L. и *Petasites hybridus* /L./GM. SCH. В каллюсной культуре белладонны, полученной из стебля мы наблюдали трахеиды, похожие на клетки, образование которых начинается в пучковых пучках, начиная с корней, стеблей и молодых растений. В каллюсах и в дифференцированных растениях изучался биосинтез алкалоидов группы тропана. В каллюсной ткани мака, полученной из стебля изучалось влияние меди на продукцию вторичных производных обмена веществ. В каллюсной ткани белокопытника, полученной из корневища мы наблюдали ризогенез и изучали фурановые дериваты.

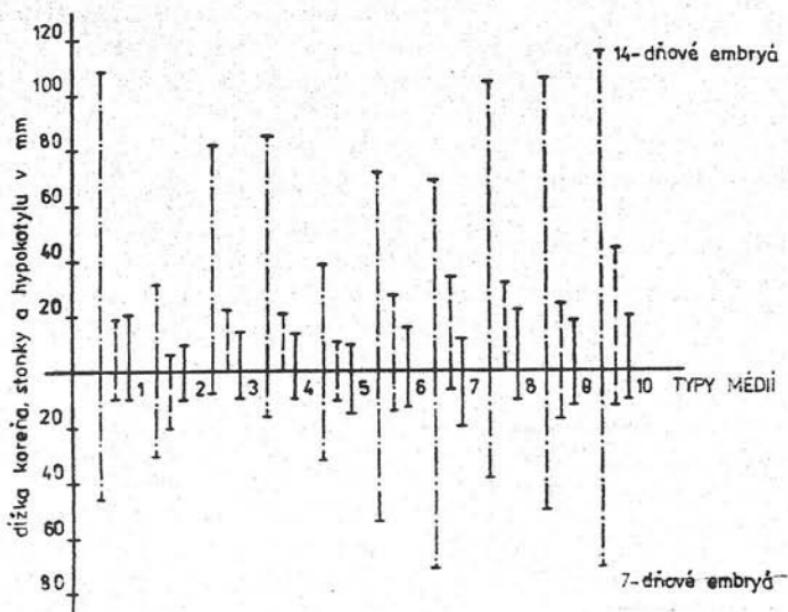
**ÚČINOK NIEKTORÝCH RASTOVÝCH LÁTOK  
NA EMBRYOGENÉZU ĽANU V PODMIENKACH IN VITRO.**

A. Prečová

Mladé embryá ľanu sa v podmienkach in vitro vyvíjajú v troch po sebe nasledujúcich fázach ( 1-dokončenie embryogenézy v zmenených podmienkach po extirpačnom šoku; 2-dormancia; 3-klíčenie). Predpokladalo sa, že by rastové látky mohli v istom smere ovplyvniť všetky tri, alebo len niektoré zo spomínaných fáz.

Materiál a metodika. Extirpované 7- a 14-denné embryá ľanu Linum usitatissimum L. var. Viera sme pestovali sterilne pri teplote  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  a osvetlení 3000 luxov na médiu podľa Whitea (17) s 5%-ou sacharózou. K tomuto základnému médiu sme v jednotlivých variantoch pridávali rastové látky: IAA (Loba-chemie Wien-Fischamend, Austria), GA (BDH-biochemicals, LTD Poole England), kinetín ( 6-furfurylaminopurine, Calbiochem) v koncentráciách  $5 \cdot 10^{-4}\text{M}$ ,  $5 \cdot 10^{-6}\text{M}$  a  $5 \cdot 10^{-8}\text{M}$ . Na 60. deň pestovania sme vyhodnocovali nástup jednotlivých fáz, dĺžku ich trvania, dĺžku koreňa, stonky a hypokotylu a zmeny v klíčnych listoch.

Výsledky a diskusia. Vplyv rastových látok na celý proces embryogenézy v podmienkach in vitro, závisí od rastlinného druhu, z ktorého je zárodotok extirpovaný a jeho štadia vývinu, od koncentrácie použitej rastovej látky a typu média, ku ktorému bola pridávaná ako i ci spôsobu sterilizácie média (7,11,12,15). Rastová látka IAA v podmienkach našich pokusov nemala jednoznačný vplyv na pestovanie ľanových zárodkov in vitro. Koncentrácia  $5 \cdot 10^{-4}\text{M}$  vyvolávala u 14-denných embryí neorganizovaný rast, tvorbu kalusov a inhibovala celú klíčnu rastlinu (9,10). Nižšie koncentrácie ( $5 \cdot 10^{-6}\text{ M}$  a  $5 \cdot 10^{-8}\text{ M}$ ) umožňovali zdarnejší vývin zárodku i klíčnej rastliny, ako o tom hovoria i iní autori (11). Nami popísaný jav, že pre mladšie embryá (7-dňové) bola vhodná práve koncentrácia  $5 \cdot 10^{-4}\text{M}$ , sme našli i v iných literárnych údajoch (10).



Rast 7- a 14-dňových embryí ľanu na médiach s rastovými látkami. (1/ kontrola; 2/  $5 \cdot 10^{-4}$  M IAA; 3/  $5 \cdot 10^{-6}$  M IAA; 4/  $5 \cdot 10^{-8}$  M IAA; 5/  $5 \cdot 10^{-4}$  M kinetín; 6/  $5 \cdot 10^{-6}$  M kinetín; 7/  $5 \cdot 10^{-8}$  M kinetín; 8/  $5 \cdot 10^{-4}$  M GA; 9/  $5 \cdot 10^{-6}$  M GA; 10/  $5 \cdot 10^{-8}$  M GA). - - - dĺžka koreňa; - - - - dĺžka hypocotylu; — dĺžka stonky.

Growth of 7- and 14-days old flax embryos on media with growth regulators. (1 - 10 types of media). - - - length of radix; - - - - length of hypocotyle; — length of axis.

Stimulačný efekt GA (viď graf) na predlžovací rast koreňa i nadzemnej časti, ktorý sme pozorovali, sa realizuje cez stimuláciu bunkového delenia a predlžovania buniek (1,10,13,15), cez stimuláciu degradácie lipidov (2), alebo cez syntézu proteínov (14). Embryá pod vplyvom GA neprechádzajú obdobím kludu. Giberelíny i cytokiníny sú dobre známe prírodné stimulátory klíčenia semien i samotných embryí (5). Kinetín vďaka svojej schopnosti stimu-

lovať cytokinézu v bunkách rastlinných pletív, vplyva kladne na charakter rastu mladých embryí (viď graf) v umeľych podmienkach (3,8). S tým zrejme súvisí i nápadné zväčšenie kličnych listov zárodkov lanu in vitro na tomto médiu. Stimulačný efekt kinetínu je najsilnejší pri najnižšej nami použitej koncentrácii. Súvisí to pravdepodobne s maximálnou stimuláciou proteínovej syntézy pri tejto koncentrácii kinetínu (4). Kinetín počas celej doby kultivácie in vitro zachovával zelené sfarbenie embryí. Tento jav autori (6,16) pripisujú aktivite kinetínu pri procesoch syntézy proteínov v cytoplazme. Vysoká koncentrácia kinetínu ( $5 \cdot 10^{-4}$  M) vyvoláva taktiež tvorbu kalusov (14,15).

#### Literatúra:

- 1/ Dure, L.S.; Jensen, W.A. Bot. Gaz. 118(1957), 254-261.
- 2/ Firn, R.D.; Kende, H. Plant Physiol. 54 (1974), 911-915.
- 3/ Ioffe, M.D.; Žukova, G.Ja. Bot. žurn. 50 (1965), 117-1182.
- 4/ Klämbt, D. Plant and Cell Physiol. 17 (1976), 73-76.
- 5/ Koller, D.; Mayer, A.M.; Poljakoff-Mayber, A.; Klein, S. Ann. Rev. Plant Physiol. 13 (1962), 437-440.
- 6/ Koshimizu, K.; Kobayashi, A.; Fujita, T.; Mitsui, T. Phytochemistry 7 (1968), 1989-1994.
- 7/ Maheshwari, N.; Lal, M. Phytomorphology 11(1961), 307-314.
- 8/ Miller, C.O.; Skoog, F.; Okumura, F.S.; von Saltza, M.H.; Strong, F.M. Jour. Am. Chem. Soc. 78 (1968), 1989-1994.
- 9/ Raghavan, V. Plant Physiol. 39 (1964a), 816-821.
- 10/ Raghavan, V. and Torrey, J.G. Plant Physiol. 39 (1964b), 691-699.
- 11/ Rietsema, J.; Satina, S.; Blakeslee, A.F. Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. 39 (1953b), 924-933.
- 12/ Rijven, A.H.G.C. Acta bot. neerl. 1 (1952), 157-200.
- 13/ Veen, H. Proc. K.ned. Acad. Wet. Ser. C 64 (1961), 79-85.
- 14/ Veen, H. Acta bot. neerl. 11 (1962), 228-229.
- 15/ Veen, H. Acta bot. neerl. 12 (1963), 129-171.
- 16/ Woźny, A.; Szwejkowska, A. Biochem. Physiol. Pflanzen 168 (1975), 195-209.
- 17/ White, P.R. Ann. Rev. Biochem. 11 (1942), 615-628.

ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭМБРИОГЕНЕЗ ЛЬНА  
В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*  
Анна Претева

Развитие молодых зародышей льна в условиях *in vitro* протекает в трех последовательных фазах: 1-окончание эмбриогенеза в измененных условиях после экстирпационного шока, 2- фаза покоя, 3-прорастание. Предполагалось, что ростовые вещества способны в определенном направлении оказать влияние на все или только на некоторую из упомянутых фаз.

Опыты осуществлялись на 7- и 14 дневных зародышах льна (*Linum usitatissimum L.*). Применялась техника для культур эксплантатов. Зародыши выращивались на среде приготовленной по Уайту (1942) с 5% сахарозой (контроль). В эту среду добавлялись отдельные ростовые вещества (ИУК, ГК, кинетин) в концентрациях  $5 \cdot 10^{-4}$  М,  $5 \cdot 10^{-6}$  М и  $5 \cdot 10^{-8}$  М. Установливая эффект ростовых веществ оценивались: начало отдельных faz развития, их продолжительность и длина корня, гипокотиля и стебля. Наблюдалось за желтением и зеленением семядолей как за одним из важных признаков развития зародышей льна *in vitro*.

В течение этих опытов были установлены два важных эффекта применения ростовых веществ. Варианты с ГК во всех концентрациях прорастали раньше всех других вариантов и контроля. Под влиянием кинетина (прежде всего при концентрации  $5 \cdot 10^{-8}$  М) в семядолях льна сохранялся хлорофилл в течение целого эмбриогенеза *in vitro*. Зародыши в среде с кинетином тоже не проходили через fazу покоя.

Применение ростовых веществ делает возможной регуляцию развития зародышей льна в условиях *in vitro*.

## PŘÍSPĚVEK K FYSIOLOGII DORMANCE OBILEK JARNÍHO JEČMENE

Jaroslav Podešva

V regulaci klíčního odpočinku embryí semen a plodů lze rozlišit dva typy mechanismů, často se doplňujících. Jeden souvisí se strukturálními zábranami, druhý je spojen s vlivem endogenních růstových regulátorů (Simpson 1965, Wheller 1972, Tanaka 1973).

Z nativních stimulátorů, vyskytujících se v semenech a plodech, tj. cytokininů, auxinů a giberelinů, je největší zájem soustředěn na úlohu giberelinů v překonání dormance (Nikolajeva 1961, Khan 1970, Ludwig 1971).

Podobnou úlohu jako gibereliny mohou zastávat i cytokininy. Obhlidalová a Hradilík (1973) zjistili výrazný vliv kinetinu v různé koncentraci na přerušení dormance obilek jarního ječmene, odrůd s dlouhým posklizňovým odpočinkem, pouhým máčením obilek v roztocích BA těsně po sklizni. Michael (1970) vyslovuje hypotézu, že se příslunem z meristémů kořenů, cytokininy podílejí i na regulaci terminálních fází zrání obilek a akumulačních procesech v narůstajícím zrnu.

Prací, týkajících se úlohy růstových látek indolové povahy v posklizňovém odpočinku obilek, je ve srovnání s počtem prací o úloze giberelinů, již méně a presentují často rozdílné výsledky (Hemberg 1955, Podešva 1959). Obhlidalová a Hradilík (1975) indukovali pomocí IAA uměle dormanci exstirpovaných embryí jarního ječmene a dále zjistili, GA<sub>3</sub> a BA překonávají auxinem indukovanou inhibici klíčku.

Rozhodující účast nativních inhibitorů v mechanismu odpočinku dokazuje nejen jejich vysoký obsah v klidových semenech (ABA, fenolické komplexy), ale také zjištění, že ve fázi doznívání dormance a na začátku klíčení klesá koncentrace těchto látek v semenech a plodech a stoupá obsah nativních giberelinů a auxinů (Côme 1970, Kefeli 1971, Dorne 1974).

#### Materiál a metodika.

V polních a nádobových pokusech (1971-75) jsme sledovali hladinu endogenních giberelinů, auxinů, inhibitorů v obilkách

jarního ječmene s krátkou (Jantar, Valtický, Diamant), střední (Ametyst, Elgina) a dlouhou dobou dormance (Dobrovický 8, Gerda) během jejich ontogenese, ve fázi zelené, mléčné, voskové a morfologické zralosti, přes období navozování, nástupu a hlušebeské dormance, v období postdormance a na začátku klíčení.

K stanovení hladiny endogenních morforegulátorů bylo použito chromatografie na tenké vrstvě a *Lactuca-Triticum-biotestu*. V obilkách různé fáze vývinu, v období odpočinku a po jeho ukončení byla dále sledována intensita respirace podle produkce  $\text{CO}_2$  metodou plynové chromatografie (Bečka-Ocelka 1973).

K exogennímu ovlivnění hloubky a délky doby dormance s aspektem na možnosti snížení porůstavosti obilek v klasech, byly v kritické fázi poklesu hladiny giberelinů v obilkách voskové zralosti aplikovány na rostliny postříky roztoky  $\text{GA}_3$  (50 mg/l), CCC(0,25%), NAA(100-250 mg/l), MH(500-1000 mg/l), celkem 2 x v týdenních intervalech, do úplného orosení klasů a ještě zeleného listu posledního patra stébla.

#### Výsledky pokusů a diskuse.

Lze považovat za pravděpodobný důkaz, že primární dormance obilek jarního ječmene, vzniklá v procesu evoluce druhu a odrůd, která není vynucena vnějšími příčinami (tzv. sekundární dormance), je řízena hormonálně, interakcí mezi stimulátory a inhibitory růstu. Intensita jejich působení může být ovlivněna vlhkostí ovzduší, délkou doby slunečního svitu a výškou teploty v kritických 10. - 20. dnech před sklizní, nebo uměle navozena exogenní aplikací růstových stimulátorů a inhibitorů. Ten toto vnější zákrok vede k zeslabení resp. k výstupu z dormance, nebo naopak k jejímu posílení a k možnosti snížení porůstavosti obilek v klasech v době deštivých žní.

Isolované exstirpované embryo je klíčivé již od začátku mléčné zralosti obilek, stejně tak v obilkách voskové zralosti a před morfologickou zralostí, po sloupnutí perikarpu s plužhou a pluškou a s ponechaným endospermem. Embrya intaktních obilek v těchto fázích zralosti jsou již dormanční. Lze tedy hledat zdroj inhibičních látek v pletivných strukturách kolem endospermu s embryem obilky.

Hodnoty respirační aktivity obilek se výrazně snižují k začátku posklizňového odpočinku a ve fázi hluboké dormance dosahují nepatrných hodnot, rovnajících se prakticky pozadí přístroje. Jsou také ovlivněny exogenní aplikací roztoků stimulační resp. inhibiční povahy na materšské rostliny.

Chromatografickým dělením a biologickou testací byly zjištěny v obalných pletivných strukturách obilky (perikarpu s plučhou a pluškou) a v klasovém vřeteni inhibitory fenolické povahy (kyselina skořicová, ferulová a další blíže neurčené látky fenolické a flavonové povahy, podle počtu a barvy fluoreskujících skvrn), které lze považovat za další aktívni komponenty inhibičního agens, zavádějícího dormanci embryí.

Výzkum vzájemného vztahu mezi úrovní endogenních růstových hormonů a stavem dormance v interakci s jejím exogenním ovlivněním morforegulátory stimulační resp. inhibiční povahy, pomohl objasnit úlohu hormonálních látek při řízení dormance. Úplného pochopení může však být dosaženo až tehdy, budeme-li znát presnou činnost těchto nativních látek na molekulární úrovni (Roberts 1972). Nutno také respektovat fyzikální a další biochemické faktory ovlivňující dormanci. Avšak i tam, kde obalové tkáňové struktury představují ovlivnění výměny plynů nebo mechanického odporu klíčení, není ani zde vyloučeno vzájemné ovlivnění mezi působením obalů a hormonálními faktory.

#### Literatura.

1. Bečka, J., Ocelka, P., Coll. Czechosl. Chem. Commun. 38(1973), 2242-2248. - 2. Côme, D., Physiol. Végétale 6(1970), 164-170. - 3. Dorne, A. J., C. R. Acad. Sci. (1974). - 4. Hemberg, T., Physiol. Plant. 8(1955), 418-432. - 5. Kefeli, V. I., Fiziol. Rast. 18(1971), 614-630. - 6. Khan, R. A., Science (1970), 853-859. - 7. Ludwig, H., Proc. Inter. Seed Test Assoc. 36(1971), 289-305. - 8. Michael, G., Z. f. Pflanzenernähr. u. Bodenkunde 125(1970), 24-35. - 9. Nikolejeva, M. G., Bot. žurnal 47(1962) 12-22. - 10. Obhlidalová, L., Hradilík, J., Rostl. výroba 12(1973), 905-910. - 11. Obhlidalová, L., Hradilík, J., Acta Univ. Agric. Brno A (1975). - 12. Podešva, J., Osivo a sadba, SZN, (Praha), 1959. - 13. Roberts, E. H., Chapman a. Hall Ltd(1972). - 14. Simpson, G. M., Canad. Journ. of Bot. 43(1965), 793-816. - 15. Tanada, T., Plant. Physiol. 51(1973), 150-157. - 16. Wheeler, A. W., Ann. of Applied Biol. 72(1972) 327-333.

СТАТЬЯ К ФИЗИОЛОГИИ ПОКОЯ ЗЕРНОВОК ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ  
Ярослав Подешва

В предложенной работе была исследована динамика уровня эндогенных гиббереллинов, ауксинов, ингибиторов и интенсивности дыхания в тканях зерновок ярового ячменя, начиная с оплодотворения яичка через поступление формирующихся эмбрионов из стадии предварительного покоя в состояние глубокого покоя и через выход из покоя у сортов, обладающих естественно краткосрочным, среднесрочным покоем и, таким образом, создать наукой обоснованные предпосылки для регуляции продолжительности срока послеуборочного покоя путем экзогенной аппликации регуляторов роста в целях содействовать покоя, ограничить прорастание зерновок в колосьях, или, наоборот, снижать покой и содействовать прорастающей энергии зерновок сразу после уборки.

Наивысший уровень нативных гиббереллинов был определен в начале их молочной зрелости. При переходе в желтую зрелость происходит резкое снижение уровня гиббереллинов и подъем активности эндогенных ингибиторов.

На энергию прорастания и укорочения срока покоя оказывают благоприятное воздействие повторные опрыскивания растений раствором 50 мг/л гибберелловой кислоты во время постмолочной зрелости зерновок. Обработка растений повторными опрыскиваниями при помощи растворов 100-250 мг/л альфанафтитулусной кислоты или 1000 мг/л малеингидразида влечет за собой удлинение и подкрепление покоя и снижение прорастания зерновок в колосьях.

Величины дыхательной активности зерновок значительно снижаются к наступлению покоя.

Источники нативного ингибционного действия на рост эмбрионов в фазе послеуборочного покоя зерновок были определены в структурах около эндоспермы и эмбриона зерновки ячменя. Экстирпированный эмбрион прорастает уже в начале молочной зрелости и в дальнейшем через отдельные фенологические фазы созревания зерновок до их морфологической зрелости и в период послеуборочного покоя эмбрионов нетронутых зерновок.

FYZIOLOGICKÉ MODELOVÁNÍ EKOLOGICKÝ KRITICKÝCH PODMÍNEK  
V RODĚ HIERACIUM

Jiří Ponert

Z hlediska efektivnosti přírodního výběru je úmrtnost v přírodní populaci nápadně rozdílná v závislosti na fázi vývinu. Počáteční fáze vývinu, jak o tom svědčí zkušenosti vědy o semenech /rusky zvané "semenovědenije"/, je třeba členit jemněji, než jsou t.zv. etapy organogenese v terminologii podle profesorky Kuperman. Z hlediska studia mikroevolučních mechanismů, zejména mechanismů přírodního výběru, je třeba mít na paměti, že úmrtnost v populaci a diferenciální přežívání tvoří pouze jednu ze složek komplexního jevu přírodního výběru. Funkce jednotlivých ekologických faktorů, stupně kritičnosti jednotlivých fází vývinu i definování jednotlivých etap organogenese se přitom i v rámci krytosemených rostlin /angiospermí/ liší vzájemně v různých taxonomických skupinách.

Srovnávací studium fyziologicko-ekologických charakteristik klíčivosti semen v rodech charakterizovaných apomixí bylo tedy navrženo jako jedna z účinných metod experimentální taxonomie /Ponert, 1976/. Ukázalo se totiž, že fáze klíčení semen /v našem případě uzavřených v nažky/ je nejen jednou z kritických fází ontogenese, ale že i v rámci rodu, jakým je například Hieracium, je možno zjistit vnitrorodové rozdíly. Přitom je zajímavé, že zjištěné fyziologické rozdíly korelují s ekologickými preferencemi vnitrorodových taxónů tohoto apomiktického rodu. Lze tedy předpokládat, že fyziologická charakteristika druhu určující jeho klíčivost za různých ekologických podmínek se podílí i jako jeden z důležitých faktorů určujících ekologické preference přírodních populací.

Je vhodné rozlišovat tři typy zralosti semen: sklizňovou, fyziologickou a ekologickou /vázanou na skutečný nástup v přírodě podmínek potřebných pro klíčení fyziologicky zralých semen/. Přitom je třeba rozlišovat teoreticky významnou individuální zralost semene, a podobně charakteristiky

celého statistického souboru, například semen, která dozrála v téže vegetační sezóně v téže přírodní populaci.

Je velmi výhodné, když sběr semen provádí sám experimentátor, protože si může současně povšimnout ekologických charakteristik stanoviště a organizovat sběr srovnávaných druhů v nejkratším možném termínu, s cílem zmenšit v době posklizňového dozrávání rozdíly působené jinými příčinami než fyziologickými.

Variantami našeho experimentu byly střídavé teploty reprezentující různý stupeň kontinentálnosti klimatu ve fázi bobtnání semen a různé podmínky osvětlení.

V našich pokusech byly rozlišeny dvě etapy následků vyvolaných působením teplot kolem 0° C: v prvé z nich se projevuje brzdivý efekt, který je však v druhé etapě vystřídán účinkem stimulujícím. Období potřebné k dosažení této kvalitativní změny je, jak se ukázalo v našich pokusech s rodem *Hieracium*, časově shodné pro různé přírodní populace, nehledě na jejich rozdílnost v klíčivosti za jiných experimentálních podmínek nepoužívajících teplot kolem 0° C nebo rozdílů v době potřebné k dosažení začátku klíčení u nejrychleji klíčících semen.

Byla srovnávána semena druhů několika podsekcí rodu *Hieracium*, rostoucích ve Finsku a v Adžarii. Semena finských jestřábíků sbíral autor během společné botanické exkurze s hieraciologem A. Valta. Celkově vykázaly zkoumané druhy vyšší klíčivost v podmírkách trvalého osvětlení /200-600 lux/ než ve tmě. Subsekce *Caesia* však v kontinentální teplotní variantě zahajuje klíčení na světle o 4 dny dříve než ve tmě.

Petrofilní kalcefoby žulových skal, reprezentované sekcií *Oreadea*, se v našich pokusech projevily ve srovnání s jinými sekciemi jako více teplomilné a více světlomilné - v tom tkví zřejmě podstata jejich ekologických preferencí. Jiný druh osidlující žulové skály, *Hieracium linifolium* vyniká nad ostatními představiteli své sekce *Tridentata* ekologicky jinak charakterizovanými svou vyšší klíčivostí za podmínek sil-

ného kolísání teplot zejména při dobrém osvětlení; tato jeho schopnost zřejmě podmiňuje jeho ekologické preference. Na základě své fyziologicko-ekologické charakteristiky zasluguje zřejmě dosavadní cykl Lapponica Juxip. vyššího taxonomického hodnocení.

Kalcifilní druhy *Hieracium bifidum* /Fr./ LBG. a *Hieracium grandiserratum* Hylander mohou i ve tmě úspěšně, při klíčení svých nažek, překonávat působení silného kolísání teplot a působení silnějšího mrazu.

Adžarský druh *Hieracium scabiosum* Sudre překonává lépe nedostatek osvětlení než reprezentanti jiných sekcí, avšak nezávisle na intenzitě osvětlení trpí při kontinentálním střídání teplot zahrnujících působení mrazu -10° C. Relativní "temnovzdornost" nažek a preference oceanickému průběhu teplot zřejmě silně ovlivňují jeho geografické rozšíření.

Subsekce *Caesia*, *Diaphanoidea*, *Autumnalia* a sekce *Oreadea*, jakož i sekce *Tridentata* po vyčlenění cyklu Lapponica, se v našich pokusech projevily jako ekofiziologicky homogenní. Naproti tomu subsekce *Silvatica* obsahuje druhy vzájemně se lišící ekofiziologicky v raných fázích ontogenese.

Zjištění adaptivních mechanismů a strategií v kritických raných fázích ontogenese je ovšem významné i při studiu mikroevolučních mechanismů.

**ŠTÚDIUM FYZIOLÓGIE A PATOGENITY HUBY  
SCHIZOPHYLLUM COMMUNE FR. I.**

Anton Janitor, Pavel Lačok

V rámci riešenia výskumnnej úlohy "Huby a patologickej zmeny u ovocných drevín", zaobrali sme sa štúdiom fyziológie a patogenity huby *Schizophyllum commune* Fr. Je to drevokazná huba, ktorá sa vyskytuje skoro po celý rok na živom, ale najmä odumierajúcim dreve listnatých stromov všetkých kontinentov. V našich podmienkach z ovocných drevín najviac postihuje jablčnú, orech, marmulu a iné [6]. Prenikanie do hostiteľských pletív sa najčastejšie uskutočňuje cestou mechanického poškodenia, mrazových trhlín a pod. Pri hromadnom premnožení zapríčinuje usychanie vetví, alebo celých stromov, čím sa znížuje produktivita a životnosť ovocných kultúr [7]. Masový výskyt uvedenej huby sme zistili v roku 1976 v niektorých sadoch západného Slovenska. Možno povedať, že *Schizophyllum commune* spolu s inými druhmi hub rodov *Cytospora*, *Polyporus* a *Trametes* malo na marmuľových kultúrach miestami epifytotický charakter. Cielom ďalšieho štúdia bude treba objasniť toto nebezpečné rozšírenie a jej spoluúčasť pri odumieraní ovocných drevín vo vzťahu s inými fytopatogennými hubami [7]. Predložená práca dokumentuje výsledky o vplyve svetla a niektorých fungicídnych látok na rast mycélia ako i tvorbu a formovanie plodníckych látok in vitro.

Pre experimentálne účely sme použili vlastné izoláty hub získané z ovocných sadov ako aj izoláty obdržané z iných pracovísk [5]. Kultiváciu sme prevádzali bežnými laboratórnymi metódami na 2 % sladinovom agare pri 25°C. Počesnenie nepretržitého viditeľného žiarenia na dynamiku rastu mycélia a tvorbu plodníckych látok u *Schizophyllum commune* sme študovali v svetelnej aparatuře s reguláciou osvetlenia, teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu. Za účelom vymedzenia skúmanej oblasti spektra sme použili selektívne filtre.

Akčné spektrum monochromatického svetla jednotlivých svetelných filtrov sa pohybovalo v rozmedziach od 390 do 790 nm vlnovej dĺžky /1/. Účinok fungicídnych prípravkov Arborol, Benlate, Dithane M 45, Kaptan, Karathane, 8-hydroxychinolin, Sulka a Topsin M na rast mycélia metódou tzv. otrávených pôd sme študovali pri koncentráciach 0,1 a 0,01 %. Prírastky sa zaznamenávali po 24 hodinách a vyhodnocovali planimetricky z 3 opakovania /2,3,4/.

Dosiahnuté výsledky sú dôkazom, že viditeľné žiarenie svojim kvalitatívnym zložením zreteľne ovplyvňuje u *Schizophyllum commune* aktivitu a dynamiku rastu mycélia ako i tvorbu a formovanie plodníc. Na základe nich možno konštatovať, že najvýraznejší účinok svetla sa prejavil v oblasti červenej v rozsahu vlnových dĺžok 620 až 760 nm. Evidentne relativne väčší stimulačný efekt bol v oblasti fialovej o vlnovej dĺžke 390-440 nm. Treba však zdôrazniť, že išlo už o oblasť blízko ultrafialovej v ktorej biologický účinok žiarenia je oveľa aktívnejší. Tento pozitívny účinok bol adekvátny aj pri tvorbe a formovaní plodníc. Najmenší vplyv svetla na študované ukazovatele sme zaznamenali v zelenej oblasti v rozsahu vlnovej dĺžky 490-565 nm. Na základe získaných pozorovaní o účinku celkového žiarenia bez vymedzenia jednotlivých vlnových dĺžok, môžeme všeobecne hodnotiť, že *Schizophyllum commune* je vo svojich požiadavkach v procese rastu mycélia skoro indiferentná na svetlo v porovnaní s tmou, ktoré je však dominantným faktorom pre tvorbu plodníc. K vyhranenej differenciaci pôsobenia svetla dochádza účinkom jednotlivých vlnových dĺžok. Rovnaké údaje, ktoré potvrdzujú pozitívnu reakciu na svetlo v červenej oblasti sme zistili pri prerušovanom spôsobe cziarenia aj u *Cytospora cincta* /1/. Poznáme viacero údajov, ktoré dokumentujú opačný účinok svetla v červenej oblasti na rast mycélia /1/. Potvrdzuje to len skutočnosť, že fotosenzibilita hub na svetlo je veľmi variabilná. Podstatu a aktivitu jednotlivých fotoreceptorov, ktoré regulujú túto reaktívnu schopnosť hub

na svetlo zatiaľ nepoznáme. Urobili sa viacere štúdia, ktoré vyslovujú názor, že u hub ide najskôr o pigmentový fotoreceptor. Toto konštatovanie z nedostatku experimentálnych prác nemožno však jednoznačne ani potvrdiť ani vyvrátiť.

Výsledky získané vplyvom jednotlivých fungicídov na dynamiku rastu mycélia metódou otrávených pôd neboli dosťatočne preukázne predovšetkým pri koncentráciach 0,01 %. U variantov s koncentráciou 0,1 % bol najvýraznejší inhibičný účinok zaznamenaný u Topsinu M. V ďalšom poradí podľa účinnosti nasledoval Arborol a Karathane. U ostatných fungicídov bol inhibičný efekt v porovnaní s kontrolou málo výrazný. Z výsledkov možno usudzovať, že bez použitia vyšších koncentrácií študovaných látok nemožno očakávať spoločný účinok pri ochrane ovocných kultúr. Znižením koncentrácií na minimálne dávky s početnou aplikáciou možno očakávať čoraz väčšie nebezpečie adaptácie a rezistenčie mikroorganizmov.

#### Literatúra

- 1.Janitor,A.,Čes. Mykol. 31 /1977/, 155-163.-2.Janitor,A., Čes.Mykol 24 /1970/,198-206.-3.Lačok,P., a kol.,Štúdium fyziológie a patogenity hub Cytospora sp. a Monilia sp . vo vzťahu k úsychaniu kôstkovín./Bratislava/1975.-4.Lačok, P., Acta Inst. Botanici. Veda /Bratislava/ v tlači.-5.Nešvera,J., Defekty respirace u mutant druhu *Schizophyllum commune*. Kand. diz. práca, /Praha/1975.-6.Pilát, A.,Huby Československa ve svém životním prostredí. Academia ČSAV, /Praha/,1969.-7. Savulescu,T., Ann.Inst.Cercet.Agron.Roman./1923-1930/.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИИ И ПАТОГЕННОСТИ ГРИБА  
*SCHIZOPHYLLUM COMMUNE* Fr. I.

Антон Янитор Павел Лачок

Авторы занимались изучением физиологии и патогенности гриба *Schizophyllum commune*. В 1976г. было отмечено что его появление в некоторых садах абрикоса в западной Словакии сильно расширилось. Его распространение вместе с видами родов *Cytospora*, *Polyporus* и *Trametes* носило местами эпифитотический характер. Для экспериментальных целей были использованы собственные изоляты из плодовых садов, а также изоляты полученные из других учреждений. Изучалось прежде всего влияние видимого излучения и некоторых фунгицидных препаратов на динамику роста мицелия, заложение и формирование плодоносных органов в условиях *in vitro*. Было обнаружено, что у *Schizophyllum commune* видимое излучение оказывает значительное влияние на изучаемые показатели своим качественным составом. Наибольшее влияние было отмечено в области красного света в диапазоне длины волны действующего спектра 620 - 760 нм, а также в области фиолетового света в диапазоне длины волны в 390 - 440 н.м.

Подтвердилось, что изучаемый вид гриба нетребователен по отношению к воздействию общего излучения, но зависит от него в стадии образования плодоносных органов. Была обнаружена сравнительно высокая устойчивость гриба по отношению к фунгицидным препаратам. Удовлетворительные результаты были получены у Топсина М, Арборале и Каратане при 0,1% концентрации.

SÚHRNY PRÁC V ANGLICKOM JAZYKU

## SYNTHESIS OF RIBOSOMAL RNA IN GROWING ROOT CELLS

Otília Gašparíková

Transformation of meristematic cells into prolonging ones in the root, is connected with quantitative changes of several cell components and their enzymatic systems. One of the most characteristic features of metabolic cell changes, there is an about double, - or even more - increase of the total protein content. Qualitative changes are less evident. The RNA level is well known to correlate very closely with the morphological development of the cells. The changes of the RNA profile and the rate of rRNA synthesis are not known till now in the cells of different development stages.

Different segments of corn primary roots were used as experimental material. The prevailing majority of the cells was meristematic /0-1mm/, prolonging /1-3mm/ ones, or cells finishing their prolongation phase /5-7mm/. The nucleic acids were isolated by the phenol method and separated on 2,4 % polyacrylamid gel. As RNA precursors  $^{32}\text{PO}_4$  and  $5\text{-}^3\text{H}$  uridine were used respectively.

It has been shown that the cells of all the investigated zones contain DNA, two components rRNA with a molecular weight of  $0.7 \times 10^6$  and  $1.3 \times 10^6$  daltons. Moreover a small amount of rRNA with molecular weights of  $0.56 \times 10^6$  and  $1.1 \times 10^6$  daltons and low molecular components 4 and 5 S RNA. rRNA is synthetized the most quickly in the meristematic cells, where pre-rRNA and r-RNA were labelled already after short time intervals. After 40 minutes of labelling, 2 heavy fractions were identified, rRNA precursors. These high molecular components / $2.7 - 2.9 \times 10^6$  daltons/, as well as  $0.7$  and  $1.3 \times 10^6$  rRNA were labelled only very weakly in cells with finishing prolongation growth.

It has been stated that the process of RNA synthesis in growing corn roots is an equal one. Changes in the relation of different RNA components connected with the transformation and the growth of the root are discussed in the present paper.

## REGULATION OF NITRATE METABOLISM IN EXCISED PEA ROOTS

Josef Sahulka

Nitrate assimilation in plants can be influenced by nitrate reductase (NR) level, by nitrate concentration, by availability of reducing power and by compartmentation of nitrate, sugars and reductant.

The induction and continuous synthesis of NR in roots are dependent on simultaneous and continuous influx of both nitrate and sugars into the cells. In the cell, NR synthesis is neither dependent on the storage nor on the metabolic nitrate pools, but on a special induction nitrate pool, separated from the metabolic pool by a barrier and probably situated in some cell organelle. Soluble sugars are also compartmented in the cell. In glycophyta, a part of soluble sugars is accumulated in a special pool where they are supposed to play the role of osmotics. Sugars from this pool are not available for NR synthesis; sugars accumulated outside this pool can be utilized for some time for NR synthesis, but a steady high NR level can only be maintained when sugar influx is not interrupted. Besides their indirect effect on NR synthesis (energy supply, supply of carbon and/or sugar molecules for NR molecule, support of active transport of nitrate into induction pool), sugars probably directly cooperate with nitrate in NR induction. Induction of NR by nitrite which probably is not compartmented in the cell when supplied exogenously is also supported by sugars.

The rate of nitrate reduction is also influenced by nitrate compartmentation. Nitrate accumulated in storage pool is utilized much more slowly than nitrate entering the cell from outside. Some results suggest that an active, controlled nitrate transport which determines the distribution of nitrate to individual pools probably exists in the cytoplasm. Furthermore the rate of nitrate reduction is dependent on NADH availability which again is dependent on sugar availability and energy metabolism.

STUDY OF THE IMPORTANCE OF SOME ESSENTIAL MINERAL  
ELEMENTS IN NITROGEN METABOLISM OF PLANTS

Alena Činčerová

Deficiency of essential mineral elements /Ca, K/ in nutrient solutions causes changes in the level of amino acids, influences the uptake of nitrates, synthesis and activity of nitrate reductase. The activity of glutamate reductase and of its isoenzyme  $R_e = 0.24$  were increased under conditions of Ca deficiency.

A non-proteinogenous amino acid - pipecolic acid appeared as an indicator characterising the pathophysiological state of wheat plants cultivated in a nutrient solution lacking calcium. Experiments with L- $^{14}\text{C}$ -lysine have proved this amino acid to be the precursor for the biosynthesis of pipecolic acid under conditions of Ca deficiency. In the metabolic pathway of pipecolic acid biosynthesis already the first step of lysine degradation - activity of L-lysine: 2-oxoglutarate aminotransferase was affected by this deficiency.

PHENYLPROPAN DERIVATIVES, THE MAIN PHENOLIC SUBSTANCES OF PLANTS IN THE FAMILY BRASSICACEAE, THEIR ORIGIN AND INTERACTION WITH GROWTH SUBSTANCES

Milan Kutáček, Květa Vacková, Josef Eder, Rita Malini de Almeida, Eva Zelená

1. The main phenolic compounds present in rape seeds are the esters of sinapic acid. The glucose ester of sinapic acid which is sinapoyl glucose and the choline ester which is sinapine. Free sinapic acid could not be detected in the seedlings.
2. The IAA induced growth of wheat coleoptile sections is activated by low concentrations of sinapic acid and its esters, whereas higher concentrations inhibit the growth.
3. Using sinapine as a substrate, the choline esterase activity was investigated in cell free and particulate enzyme preparations from pea seedlings, wheat seedlings and mustard seeds. The appearance of the enzyme would be dependent on ontogenesis. A further problem consists in the limited solubility of the particular fraction.
4. The activity of pea cholinesterase was inhibited by physostigmine, quarternary bases /e.g. CCC/, organophosphates /e.g. Malathion/ Alar and hexamethylene tetramine. Considering the hypothetical results of the metabolism of sinapine as a model reaction, we can suggest that the tested retardants and other physiologically active compounds do not interfere with the metabolism of choline *in vivo*.
5. The preliminary results showed that we could expect choline esterase to catalyse the formation of choline esters from other phenyl-propionic acids like p-coumaric acid, cafeic acid and ferulic acid. CCC inhibits the synthesis of sinapine.

THE DISTRIBUTION OF STARCH IN PLANT TISSUES AND ITS REGULATION  
Jaromír Kutík and Karel Beneš

Extending histochemical studies from this laboratory, the regulation of starch deposition in cells was studied in relation to the differentiation of higher plant tissues.

In the root tips of peas, bean, lupine, pumpkin, maize and onion, the starch grains are distributed in a regular pattern. In peas the patterns of starch localization remain unchanged under various conditions of germination, in different cultivars etc. The quantity of starch, but not the localization in general, depends on the time of germination or cultivation. During culturing *in vitro* in a liquid medium the distribution of starch is in principle identical as in intact seedling roots. No marked difference has been observed here between the roots cultivated in plain glucose and in glucose with  $10^{-6}$  M NAA and  $10^{-6}$  M kinetin.

The parenchymatous stem pith of kale does not contain starch grains. However, during *in vitro* cultivation on a solid sugar medium without growth regulators a temporary deposition of starch occurs. If the sugar medium contains NAA and kinetin (both  $10^{-6}$  M to  $10^{-4}$  M), starch is deposited continuously, its quantity is larger than in the medium without growth regulators. The distribution of starch is markedly unequal in both of these cases.

In leaf blade segments of peas and maize taken from plants previously devoid of starch by keeping in dark, the incubation on the surface of the solution of sucrose or some other sugars results in the deposition of starch. In maize the starch is deposited also in the leaf mesophyll where it is absent under natural conditions. The same results were obtained also in the presence of  $10^{-5}$  M auxins (2,4D, NAA, IAA).  $10^{-3}$  M auxins strongly inhibit the deposition of starch. Cycloheximide also inhibits the formation of starch grains, much lesser inhibition was observed with streptomycine, whereas 5-fluorouracil and chloramphenicol (all  $10^{-4}$  M) have no distinct effect.

It follows that the deposition of starch is regulated by concentration gradients both of endogenous growth regulators and of metabolites of carbohydrate metabolism.

THE STUDY OF THE PETASITES HYBRIDUS /L./G., M. et SCH. AND  
PETASITES ALBUS /L./G. SPECIES AS A PATTERN PLANTS CON-  
TAINED TERPENOID COMPOUNDS.

Terézia Lindauerová

The occurrence of the terpenoid compounds in the *Petasites hybridus* and *Petasites albus* species in the dependence on the vegetation period has been investigated.

There were made the observation on the material from nineteen different localities of the study plants. The material was collected regularly every two weeks during whole tree years. The knowledge about the occurrence of the furoeremophilane derivatives in the examined plants was obtained by means of two methods of observation - by means of the colour reaction Müller-Stahl reagens in point of view of localization of the intracellular canals and by the thin-layer chromatography.

It was determined the greatest content of the terpenoid components in *Petasites hybridus* and *Petasites albus* species at the time of vegetative rest, so at the time of winter months.

The results of this investigations give the possibility to orientate in the questions of the present terpenoid compounds in the *P. hybridus* and *P. albus* species. It is in point of view of the individual development of plant's, of the individual plant organs, of the genera and of the localities.

SOME PHYSIOLOGICAL PROBLEMS OF MATRICARIA CHAMOMILLA L.  
SESQUITERPENS

Miroslav Repčák, Robert Hončariv

In our introductory paper about the physiology of *Matricaria chamomilla* sesquiterpens the localization of the essential oil and its components in the overground organs of plants, changes in its composition within the flower head flowering and the short-term rhythmical oscillations were followed.

The qualitative and quantitative composition of the essential oil was studied by the thin layer chromatography and gas chromatography.

We aimed to isolate spathulenol, the further sesquiterpen of camomile. The significant differences were stated in the composition of the essential oil in various parts of the plants. The leaves and tori contain farnesene, spathulenol and especially dicycloether with no occurrence of chamazulene and bisaboloides. The essential oil in the tubular flowers and in the ray flowers contain all components.

Eleven phases were selected for the study of the essential oil composition changes within the flowering. The total content of the essential oil in the flower head dry mass decreased gradually. The content /--/- bisabololoxide A and  $\alpha$ -bisabolonoxide A in the essential oil increased within the flowering, the content of dicycloether and farnesene decreased. The chamazulene reached its maximum within the flowering of one third of the disc flowers.

The short-term rhythmical oscillations of the single sesquiterpens were followed in the nonregulated conditions. The gained results seem to suppose the existence of the existence of the circadian and infradian bio-rhythms of these substances.

## CHANGES IN THE CONTENTS OF THE CHLOROPHYLL AND IN NITROGENOUS SUBSTANCES IN APRICOT LEAVES DURING THE VEGETATION PERIOD

Bystrík Polek, Eva Zeleňáková

During the vegetatich period of 1976, quantitative changes of the chlorophyll content, of the total and protein nitrogen were investigated in leaves of different insertions on a twig. The apricot /Prunus armeniaca L., cultivar "Maďarská najlepšia" - "Hungarian the best"/ was object of the investigations. It has been found that the curves showing the quantitative changes of chlorophyll a and b had two maxima at all insertions /lower, middle and upper leaves/.

When studying the chlorophyll distribution in dependence on the leaf insertion, the chlorophyll content increased from the lowest to the highest insertion, if related to the leaf area /dm<sup>2</sup>/ . If the chlorophyll content was related to the dry substance, it decreased from the lowest to the highest leaf insertions.

The chlorophyll a : b relation changed within 1,36 - - 1,96.

The nitrogen content showed a stationary phase in the leaves of all insertions during the period up to harvesting. The share of the protein content, however showed maxima at the same time.

A lasting decrease of the total and protein nitrogen, as well as that of the chlorophylls has been found from the end of August to the begin of September, as the time, when the visible day length decreased under 14 hours,

ALTERATIONS OF WATER BALANCE IN THE LIGHT AND  
IN THE DARK BY BARLEY INFECTED WITH POWDERY MILDEW  
SOME PROBLEMS OF MINERAL NUTRITION

Stanislav Priebradný

Zdeněk Laštůvka

The changes of water balance after infection with *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal the barley cultivar "Slovenský dunajský trh" susceptible to the mentioned parasite, and the resistant cultivar "Professor Schiemann" mineral nutrition at present and the share of Czechoslovak physiologists in this branch. The experiments were carried out with entire plants, in climatized chamber /16 h of light and 8 h of darkness/, in the earlier phases of the conidial /asexual/ cycle of the fungus. As a index of water balance the values of ratio: water uptake/transpiration rate were used. Water uptake was determined in potometers and the transpiration rate by gravimetric method.

The peculiarities of response of infected susceptible plant to parasite in the light lead first to the rising trend of water balance, which is protracted till the advanced stage of fructification. On the other hand, in the dark, from the beginning of infection a shift to the side of catabolic orientation of water relations can be observed. This phenomenon is increased with the fungus development, and later impairs also the total daily water balance /after this, when already fully depressive influence of powdery mildew on viability of susceptible plant is evident/. Thus, the changes of water balance limit the period of pathogenesis, till the susceptible host is defensing against the attack of the parasite.

The rising trend of water balance at the resistant cultivar in the light is manifested only until the beginning of the fructification stage. After this time the values of the ratio followed, decline a little under the level of the healthy plants, both in the light and dark periods. The differences emerged, do not further enlarge and in accordance with not significantly deviated values of other processes are out of negative activity upon the viability of the resistant host.

THE USE AND MISUSE OF THE VALUES OF SOLAR ENERGY  
 THE MOTION OF IONS INSIDE OF PLANTS AS STUDIES  
 CULTIVATION COEFFICIENT ? IN ECOLOGICAL RESEARCH  
 BY IONOPHORESIS

Jana Jaklová

M. Dvořák, J. Černohorská

A meadow stand of the mesic type (Southern Moravia, Czechoslovakia) shows that the values of solar energy utilization coefficient  $\gamma$  calculated from  $^{45}\text{Ca}$  and  $^{86}\text{Rb}$  and from  $^{32}\text{P}$  in a electrical field. Radioisotopes ( $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{86}\text{Rb}$ ,  $^{32}\text{P}$ ) and from the respective values of radiation do not correspond either during electrophoresis from electrodes or by some feeding the plant by other means (sorption, diffusion). By combination of autoradiography and stands with bulky root systems, the R/S ratio is low. In the denitrification we can observe pathway of ions in applied electrical fields. Above all the ions are movable in a free space (cell walls, bundles) and by this observation of nutrients from the underground organs to the ground we are able to differentiate from ions bounded (metabolic bonds); the values vary about 2:1. On the other hand, in late summer when the transport and storage is observed in underground organs take place in undervelvet (hypocotyl), leaves of *Pteris cretica* and some other. Suitability is proved by the comparing the results with those obtained under laboratory conditions. The results parallel passage of 6 nonbranched bundles. Through segments of the values of  $\gamma$  coefficient and the weight of aboveground biomass is discussed.

We have used young plants of *Cucurbita* (*C. pepo* L. cv. *kvetačka*), leaves of *Pteris cretica* and some other. Suitability is proved by the comparing the results with those obtained under laboratory conditions. The results of parallel passage of 6 nonbranched bundles. Through segments of the values of  $\gamma$  coefficient and the weight of aboveground biomass is discussed. Quite good is radial movement, for example Ca absorbed by plant during cultivation is easily transported to the cathodic gel, but in the bundles is bounded. In the cotyledons of *Cucurbita* the bundles system has not been important for the ions transportation (though the ions were bind up by it). Branched bundles of *Pteris* leaves clearly influenced the transport of Ca. For Transport of ions is generally accepted:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Rb}^+ \gg \text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

Beside the ionophoretic transportation we should take into account diffusion (leaving outside of electrical field) of ions and the acropetal transport (asymmetric leaving). The acropetal transport is high especially at the intact plant at the condition of transpiration, but is not fully suppressed at segments inside the wet chamber.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON OXIDO-REDUCTION  
POTENCIAL OF WHEAT LEAVES

Anna Kubová

The measurements of oxido-reduction potential /RP/ of winter wheat leaves during ontogenesis in relation to mineral nutrition level shown the changes of RP through individual development of the leaf, their dependence on leaf insertion and mineral nutrition level. It is presumed that maximal values of RP are in physiological mature leaves. At physiological suitable level of mineral nutrition the lower leaves had high values of RP /80 - 100 mV/ and upper leaves had low values /-30, -40 mV/. These values of RP are in positive correlation with dry matter accumulation and grain yield of plants.

# ON THE CAUSES OF DIFFERENT REACTIONS OF SOME PLANT SPECIES TO POTASSIUM-DEFICIENCY

Jaroslav Minář

According to a number of authors, the potassium-deficient (K-deficient) plants are of considerably decreased growth and display very characteristic visual symptoms, which are analogical in nearly all the plants. The inhibition of growth is currently explained as the consequence of the deep disturbances of a number of metabolic processes related to both the origin and further changes of the organic matter.

What follows from our results, however, is that when potassium was fully substituted for by sodium in the nutrient medium, the individual species of plants did not react to K-deficiency in the same way.

As to growth, the plants which do not contain diamine oxidase (sunflower, snap bean, maize) were affected much more than the K-deficient plants which do contain diamine oxidase (lupine, soya, lentil, broad bean, pea). In contradistinction to the other investigated plants, the leaves of the K-deficient sunflower, snap bean, and maize very soon began to develop typical necroses.

On investigating the K-deficient plants with the above enzyme system and those without it, we found certain agreement in the sorption, the distribution, and the utilization of nitrogen and phosphorus.

In the course of cultivation, the K-deficient plants not containing diamine oxidase cumulated more amines than those containing diamine oxidase.

The highest diamine oxidase activity was displayed in pea, whereby in the shoots of the K-deficient plants, the activity of this enzyme was slightly higher, and in the roots, it was lower, than that in the controls.

In K-deficient plants which do not contain diamine oxidase or other enzyme systems reducing (disintegrating) the amines, the amines are excessively cumulated and have a toxic effect, in contradistinction to plants containing the above enzymes.

CHANGES IN THE CONTENT OF POTASSIUM AND DRY WEIGHT MATTER  
IN DIFFERENT PARTS OF HORDEUM SATIVUM L. DURING ONTOGENESIS

Milan Votruba, Vratislav Novák

The thesis deals with the uptake and distribution of potassium by barley - *Hordeum sativum* L. cv. Dvoran - in the course of its development. The method of inorganic analysis of plants was used.

The amount of potassium withdrawn from the cultivation medium and its content in the plant material were estimated spektrophotometrically. The results obtained were verified in the field conditions. At various stand densities (variant ŘP - thin spacing - 1,74 mil. of plants . ha<sup>-1</sup> and variant VŘP - very thin spacing - 0,69 mil. of plants . ha<sup>-1</sup>)

The conspicuous changes both in the total amount of potassium absorbed (mg/1 plant) and in its content in dry matter (mg.g<sup>-1</sup> of dry matter) were found out in the course of development of barley. Both values are increased during initial stages. The highest content of potassium per gram of dry matter was found in the stage 4. (according to FEEKES) - extension of leaf sheaths. The total amount of potassium absorbed was increased till the beginning of milk ripeness (stage 11.5.4.); then it was decreased. The negative correlation was ascertained between the content of potassium and the mass of dry matter since the stage 6.-7. (beginning of stalk shooting). The concentration of potassium in dry matter is dependent on the stage of development and is strongly influenced by outer conditions.

EFFECT OF POTASSIUM ON STOMATAL OPENING IN BROAD BEAN  
*VICIA FABA L.*/

CULTIVATED UNDER SUFFICIENT AND DEFICIENT POTASSIUM NUTRITION

Miroslava Vicherková a Petr Kostřica

In the course of work the stomatal reactions on the epidermal strips from the abaxial side of the mature leaves of broad bean /*Vicia faba L.*,cv.Přerovský/, cultivated in Richter's nutrient solution with potassium and without it /potassium being substituted for by sodium and ammonium ions/, were investigated. The epidermis was put into a 100 mM solution of KCl, NaCl and NH<sub>4</sub>Cl in the assimilation chamber with the constant temperature of 28°C, the illumination of 3 hours, and CO<sub>2</sub> free air. The aperture was measured microscopically, potassium in the epidermal cells set on the basis of Macalum's method.

It has been found that after the illumination, the K<sup>+</sup> ions dispersed in the epidermal cells or supplied from the solution are quickly cumulated in the guard cells and evoke the sudden opening of stomata. In the absence of potassium ions, their function is replaced by sodium. Influence of ammonium ions is rather inhibitory. The stomatal reactions in the potassium, sodium, and ammonium plant variants are slightly different. The full deficiency of both the ions of the alkali metals in the nutrient solution has its influence on the decrease of the stomatal aperture. The subsequent application of potassium or sodium ions to the epidermis evokes the maximum aperture. Potassium and sodium ions are only, for the opening of stomata, utilized to a varied extent by plants sufficiently supplied with potassium which are primarily utilize the K<sup>+</sup> ions. The potassium-deficient plants utilize both the ions evenly.

THE DEPHOSPHORYLATION REACTIONS - ONE OF THE FACTORS FOR  
REGULATION OF THE PHOSPHORUS TRANSPORT FROM THE ROOTS TO  
SHOOT ORGANS

Ivan Michalik

Inhibitors of the metabolism on the level of oxidation and phosphorylation reactions / $10^{-3}$  mol  $\text{Na}_2\text{HAsO}_4$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  mol  $\text{CH}_2\text{ICOOH}$ , 2,4 - DNF,  $10^{-2}$  mol florizin/ as well as detergent of 1,5 % sodium dodecylsulphate and manose in the concentration of  $10^{-2}$  and  $10^{-3}$  mol high significantly inhibit also transport of phosphorus in the xylem exudate. Equally, inhibition of phosphatase activity /E.C.: 3.1.3.1. and 3.1.3.2/ by  $10^{-3}$  mol p-dinitrophenolphosphate high significantly decrease the transport of phosphorus from the roots to shoot organs, which indicate of important role of phosphatase in the mechanism of phosphorus transport from roots to organs of shoot. On the base of experimental results obtained with application of manose, p-dinitrophenolphosphate and other preparations shows, that factors having an effect on stimulation of dephosphorylation processes at the same time influence the increasing of phosphorus transport from roots to shoot organs. On the other hand utilization of phosphorus in the form of organic P-compounds in the root's cells decrease the next transport of phosphorus in the xylem exudate.

Physiologically active stuffs /N-6-benzyladenine, dimethylhydrazid of the succinic acid, ATP/ independently of the manner of their application, cause stimulation of the phosphorus transport.

## DISTRIBUTION OF DRY MATTER AND PHOSPHORUS IN SPRING BARLEY ORGANS IN THE COURSE OF ONTOGENESIS

Vratislav Novák, Josef Kupka

In the course of ontogenesis, the increment of phosphorus content in leaf blades, sheath, culms and roots showed, in the essence, a reverse trend, if compared with the increment of dry matter. Phosphorus content ( $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) decreased with growing dry matter weight in the mentioned parts of the plant. Ear dry weight continuously increased from the end of shooting to the stage of yellow to full ripeness. Until the earing - flowering stage, the content of phosphorus in the ears decreased, afterwards it unceasantly increased until full ripeness.

It can be inferred from the results that there is a physiological relation between the increment of dry matter and phosphorus content in individual organs of spring barley in different stages of organogenesis.

SOME INTERESTING AND SIGNIFICANT PROBLEMS IN  
WATER RELATIONS AND PHYSIOLOGY OF PHOTOSYNTHESIS

Bohdan Slavík

Recent advances in the conception of water trans -  
port in soil-plant atmosphere continuum, on stomata me-  
chanism and function, on the influence of water deficit  
on photosynthetic  $\text{CO}_2$  uptake and on different types  
of carboxylation mechanisms in higher plants are reviewed  
and discussed.

PHOTOCHEMICAL REACTIONS OF PHOTOSYNTHESIS DURING LEAF  
ONTOGENESIS

Zdeněk Šesták, Jan Zima, Helena Strnadová  
a Nada Wilhelmová

During the ontogenesis of primary leaves of French bean the activities of Photosystem (PS) 1, PS 2 and non-cyclic photophosphorylation per chlorophyll amount undergo simultaneous periodical changes : a first maximum after leaf unfolding is followed by a trough. A second expressed maximum appears usually after reaching the maximum leaf size and chlorophyll (a+b) content. The final decline in activities is sometimes replaced by a third maximum preceding the end of leaf metabolic activity. This ontogenetic course is not induced by the method of determination, pH of the reaction medium, radiant flux density during the determination, or plant cultivar. The observed changes, including the continuous decline in the PS 1/PS 2 ratio, are in agreement with the changes in amounts of chloroplast particles enriched with PS 1 or PS 2, changes in the content of P 700 and circular dichroism of chloroplasts.

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF A BEAN LEAF AS  
CONTROLLED BY ITS ANATOMICAL STRUCTURE AND  $\text{CO}_2$   
TRANSPORT IN THE MESOPHYLL

Ingrid Tichá and Jiří Čatský

Limitations to photosynthesis of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* were studied by means of an analogue model. During the entire leaf ontogenesis, no one of conductances for  $\text{CO}_2$  transfer (boundary layer, stomatal, intracellular) was found to play a decisive role in limiting net photosynthetic rate,  $P_N$ , under saturating irradiance and optimal water supply.

An attempt was made to estimate the physical transport component of the intracellular conductance in liquid phase from structural parameters of the leaf mesophyll -  $g_m(\text{anat})$ , measured on transverse and paradermal leaf sections. The calculated  $g_m(\text{anat})$  decreased after leaf unfolding and then slowly increased. The absolute values and ontogenetic changes in  $g_m(\text{anat})$  in mature leaves approached those in the overall intracellular conductance,  $g_M'$ , determined as residual conductance from infrared analysis of carbon dioxide and water vapour exchange. This indicates that the leaf structure may limit  $P_N$  in leaves with a compact organization of the mesophyll.

In the range from  $100$  to  $1200 \times 10^{-6} \text{ kg m}^{-3}$   $\text{CO}_2$  a linear relationship between  $P_N$  and  $\text{CO}_2$  concentration was found, the slope of the curves depending on leaf age. The ontogenetic decrease in  $P_N$  in old leaves can be overcome by an increased gradient of  $\text{CO}_2$  between ambient air and carboxylation sites. Thus a prolonged period of positive photosynthetic balance of the leaf can be achieved.

The results confirm the importance of  $\text{CO}_2$  transport for the limitation of  $P_N$ .

## LIMITATION OF PHOTOSYNTHESIS BY HYDRATION LEVEL OF LEAF MESOPHYLL.

Jana Pospíšilová, Jiří Čatský, Jarmila Solárová, Zdeněk Šesták,  
Ingrid Tichá, Jiří Václavík, Jan Zima

Net photosynthetic rate, transpiration rate, photorespiration rate, epidermal conductances of abaxial and adaxial surfaces, activities of Photosystems 1 and 2, chlorophyll a/b ratio, etc. were measured during development of water stress in bean plants. The hydration level of primary leaves was characterized by water, osmotic and pressure potentials and water saturation deficit. Photosynthetic rate, transpiration rate and epidermal conductances responded to the increase in water stress in a similar way: they were practically not affected until water potential reached the "critical" value (from  $-8.2$  to  $-9.2 \times 10^5$  Pa), epidermal conductances even slightly increased, but with further decrease in water potential they sharply decreased. The critical value of water potential was the same for both leaf surfaces. Similarly to photosynthetic rate, transpiration rate and epidermal conductances, also the-intracellular conductance and photorespiration rate decreased and the  $\text{CO}_2$  compensation concentration increased after the critical value of water potential was reached. The activities of both Photosystems in chloroplasts isolated from leaves with water potential from  $-5$  to  $-14 \times 10^5$  Pa declined with the lowering of water potential. The decrease in activity of Photosystem 2 was more rapid than that of Photosystem 1. Also the chlorophyll a/b ratio decreased under the influence of low water potential. Hence the decline in photosynthesis with water stress involves both the stomatal closure with the resulting restriction of  $\text{CO}_2$  diffusion and the simultaneous diminution of photochemical activities of chloroplasts. Values of water potential corresponding to a considerable inhibition of practically all photosynthetic processes are commonly found under natural as well as laboratory conditions.

THE EFFECT OF AMPHISTOMATOUS LEAF AGE  
ON NET PHOTOSYNTHETIC CO<sub>2</sub> UPTAKE AND TRANSPIRATION

Jiří Václavík

The experiments on the effect of different age of tobacco leaves according to their insertion level on the relationship between net photosynthetic CO<sub>2</sub> uptake /P<sub>N</sub>/ and transpiration /E/ revealed that the increase of internal resistance to photosynthesis /r<sub>m</sub>+r<sub>e</sub>+r<sub>x</sub>/ caused by ageing of the leaves was in the second half of leaf ontogenesis greater than the increase of minimum stomatal resistance /r<sub>s</sub>+r<sub>i</sub>/. This would be in agreement with relatively small values of P<sub>N</sub>/E ratio in old leaves in comparison with P<sub>N</sub>/E in middle aged and young leaves.

Although the course of the P<sub>N</sub>/E decrease with leaf age was in both leaf surfaces /measured separately/ similar on the average the values for the lower surface were significantly higher than those for the upper one. In connection with this the ratios of upper/lower E were on the whole higher than the ratios of upper/lower P<sub>N</sub>. This suggests a greater activity of the upper surface for E than for P<sub>N</sub> and the presence of specific resistance /presumably r<sub>i</sub>/ encountered by CO<sub>2</sub> in association with uptake and transport through the upper leaf surface.

On the basis of the plastochrone index a comparison was made of the differences in P<sub>N</sub> and E between leaves of different age according to their descending insertion level /starting from the youngest, 18th leaf/ with the changes occurring during the corresponding period of ontogenesis of the 18th unshaded tobacco leaf which showed that by deteriorating conditions of irradiation at lower levels E was influenced more than P<sub>N</sub> because of an earlier total leaf senescence in tobacco under the cultivation conditions used.

THE EFFECT OF GROWTH IRRADIANCE ON GAS EXCHANGE  
OF PRIMARY BEAN LEAVES

Jarmila Solárová, Jiří Václavík, Ingrid Tichá, Jiří Čatský

Anatomical and functional parameters of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Jantar were affected either by moving secondary leaves aside or by growing plants under different irradiances.

After moving aside the secondary leaves, the irradiance of primary leaves stay on the same level during whole life of primary leaves and their growth was prolonged by 3 - 5 days. The number of stomata per unit area of both epidermes decreased due to the extension growth, the size of stomata increased simultaneously with the size of epidermal cells, proportionally to the increase of leaf area. The decline of diffusive conductance of leaf epidermes and photosynthetic rate of treated plants are slower in comparison with the primary leaves of intact plants. The differences between treated and intact plants in other anatomical and functional parameters investigated were insignificant.

To ascertain the adaptability to growth irradiances we measured some quantitative anatomical and gas exchange characteristics of the primary leaves of bean plants grown under irradiances of 100, 200 and 400  $\mu$ einstein  $m^{-2} s^{-1}$ . The growth irradiances did not change the area of primary leaves, but the leaves grown under high irradiance were about twice as thick than the leaves from low irradiance, they had higher stomatal frequency and contained a higher amount of chlorophyll, mainly chlorophyll  $a$  per leaf area unit, but less chlorophyll per dry matter unit. The photosynthetic and transpiration rates and epidermal conductance increased in dependence on irradiance at which the measurement were performed without any evident changes in the shape of curves, but their maxima reached increase significantly with the irradiance during cultivation.

# THE EFFECT OF MINERAL NUTRITION ON THE PHOTOSYNTHETIC-RESPIRATION CHARACTERISTICS OF THE LEAVES

Jozef Repka

In these experiments the effect of deficiency and concentration increasing of nutrients on the photosynthetic activity / $P_s$ / rate of respiration of leaves /R/ and the accumulation of dry matter /W/ in young maize plants was studied. The function of mineral nutrients in growth processes was expressed through decreasing of  $P_s$  and increasing of R in the case of deficiency and sufficiency of investigated elements. The dry matter production correlated with  $P_s$  respectively depending on the interaction between  $P_s$  and R. In the optimal conditions of nutrition the maximum dry matter production /W/ was obtained because in such condition there was maximum  $P_s$  and minimum of R.

The depression of  $P_s$  is more pronounced than R, but this phenomenon depends on the deficiency of certain elements. The mineral nutrition deficiency had very strong influence on the content and percentage proportion of investigated elements in leaf tissue. The investigated parameters / $P_s$ , R, W/ were in optimum when the ratio of elements is 100N : 5,4P : 163K : 24,5Ca : 7,0Mg.

## IMPORTANCE OF THE ROOT FOR PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF THE PLANT

Timotej Ješko

Higher plants are characterized by two different systems - by the root and the shoot. The root influences the photosynthetic activity /PA/ of the shoot as a sink of assimilates, but also as a source of water, mineral nutrients and different specific compounds. The dominant position in the complex of these interactions belongs once to the first component of the systems, in another case to the second one.

In young plants of grasses, this dominant position belongs to the gradually forming whorls of the nodal roots. We observed this phenomenon as early as in 1964 at young plants of *Sorghum saccharatum* /L./ Moench, where initiation of the extention growth of the primordia of the first nodal roots induced increasing of the PA of the leaves for several days. The experimental analysis showed that the PA increase is not connected with the functions of the nodal roots as organs of water and mineral nutrients uptake, but that it has an endogenous origin. The process of PA increase was correlated with the rhythm of appearing of the single nodal roots in every case. Similar PA increase as in *Sorghum* was found later also at *Lolium perenne* L. and *Zea mays* L.

Differently from *Sorghum* and *Lolium*, forming of the first whorls of nodal roots of *Zea* plants was observed at a time, when the reserve material of the endosperm was not yet exhausted. Comparing experiments with plants cultivated with endosperm and without it, have shown its presence not to have any influence on the occurring of PA increase.

The PA increase of the leaves induced their dark respiration activity with a certain lag phase, being accompanied by a temporary accumulation of free saccharids and free amino acids in them. The rhythm of forming nodal roots corresponded with the stated changes of the endogenous cytokinins in the tillering nodes.

Experimental methods used: infrared gas analysis of  $\text{CO}_2$  exchange, growth analysis, chemical analysis, root prunning, controlled and field conditions.

## CANOPY PHOTOSYNTHESIS AND HETEROGENEITY AS RELATED TO ONTOGENY OF LEAVES

Danuše Hodáňová

In the experiments with sugar beet plants, the changes in canopy photosynthesis as dependent on ontogeny of constituent leaves were studied. For calculations of canopy photosynthesis, the light-response curves of photosynthesis of leaves of different age, the structure of foliage canopy and the distribution of photosynthetically active radiation in a stand were used as initial parameters.

Considerable differences were found in the relative contributions of individual leaves to total canopy photosynthesis: The maximum share /81%/ went to the mature leaves.

The limits to the total canopy photosynthesis were calculated by means of a model assuming a homogeneous foliage canopy: In case of the stand represented by the oldest leaves exclusively, the total canopy photosynthesis was found to be by 72% lower than that of the real heterogeneous canopy. When assuming a stand with only the youngest or mature leaves, the calculated photosynthesis was higher by 30% and 59%, respectively.

Calculations were carried out of the potential photosynthesis of the heterogeneous canopy which could be obtained under the optimum light regime of the stand, i.e. if the amount of radiation were saturated photosynthesis of all leaves present. This potential photosynthesis was found to be higher than the actual photosynthesis of the real sugar beet canopy by 25%.

Ontogenetic heterogeneity of leaves is thus considered as an important limiting factor of the total canopy photosynthesis in the sugar beet stand.

## PENETRATION OF RADIATION IN RELATION TO DISTRIBUTION OF LEAVES IN THE CANOPY

Anton Kostrej

Penetration of radiation in relation to distribution leaves in the canopy was studied by winter wheat according to different values of LAI /4 - 4,5; 7 - 7,5/. Vertical distribution of leaves in the canopy as well as distribution of radiation varies according to changes of total leaf area.

More important correlation was estimated between the absorption of radiation and the dynamics of  $LAI_c$  as between absorption of radiation and LAd.

Klára Masárovicová, Timotej Ješko

This work deals with influence of the irradiance and leaf surface temperature on CO<sub>2</sub> exchange of the intact plant of beech in controlled environments.

3-years old seedlings of the *Fagus silvatica* L. were transferred from forest stand in the garden, from where the whole individuals for experiment during vegetation period were taken.

For measurement of the CO<sub>2</sub> concentration changes the gasometric method /open system/ was used. The seedlings were placed into termostabilized assimilation chamber, where sensors for measuring micrometeorological elements were installed. Irradiance /1000 W halogen lamps, 20 000 lm/ were measured by Si-photodiodes, air temperature in the assimilation chamber by Pt-measuring resistor /PtK<sub>N</sub>/ and leaf surface temperature by Cu-konst. thermocouple. Infra-red component of the spectrum was absorbed with 8 cm layer of the circulated water. The moisture of the flowing air, in the measuring system, was limited by dried ZnCl<sub>2</sub> in front of IRGA.

It was found that both micrometeorological elements, we observed, have evident influenced the photosynthetic intensity of the *Fagus silvatica* L. leaves. For the relationship P<sub>N</sub> - leaf surface temperature it was found that the highest photosynthetic intensity was at 20°C /122.10<sup>-9</sup> kg CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>/. At the extreme high and low temperatures /max. 35°C, min. 15°C/ the *Fagus silvatica* L. leaves had low photosynthetic activity /43 and 54.10<sup>-9</sup> kg CO<sub>2</sub>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>/.

For the relationship P<sub>N</sub> - irradiance it was found that higher values of the photosynthetic intensity were at higher irradiance. The maximum of the photosynthetic intensity /154.10<sup>-9</sup> kg CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>/, was found at 97 Wm<sup>-2</sup> irradiance.

## THE ASSIMILATION EFFECT OF POTATOES

Jaromír Zrůst

In the laboratory of physiology of the Institute for Potato Growing we analysed some partial characteristics of yielding capacity of selected potato varieties (5, 8, 10, 11, 12, 18, 23, 24) from the point of view of water regime (6, 7, 9, 12, 14, 15, 16), of mineral nutrition (20, 21, 22) and of physiological ageing of tubers (2, 17).

We studied the photosynthetic activity with the weight method as described by Avratovščukova (1). We determined more exactly the productivity of different leaves on the same stem, terminal leaflets and leaflets of the first and second pair of the same stem and leaves from different stems (19, 23).

In other experiments (23, 24) we measured the rate of photosynthesis in 46 seedlings bred on higher yielding capacity and in 8 selected parental pairs. Between the average values of genotypes it has been determined the maximum difference in additions of the dry substance  $6 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (that is 50 % of weight addition), frequently it has been shown the difference  $2 - 3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (that is 25 - 30 %).

It is necessary to complete this analysis with other characteristics, for example the translocation of assimilation products (3) etc.

It has been shown, that the photosynthetic activity is one of the important yielding factors, and that its value should find its place in those long term breeding programmes, whose aim is the synthesis of an ideal culture organism with a high yielding capacity.

THE HYDRATION OF TISSUES IN RELATION TO THE GROWTH AND  
PRODUCTION PROCESSES IN CEREALS

Ján Švihra, Rudolf Hojčuš

The experimental results with winter wheat cv. Iljičovka have shown that changes and interactions between soil moisture and nutrient content have influenced considerably growth processes and productivity of plants.

Water stress after the 7<sup>th</sup> etape organogenesis /after Kupermanová/ increased flag leaf thickness, influenced structure and order of granum thylakoids and other plastid components. The structure of stern bundles was influenced by water stress or increased soil moisture also. The direct relationship was observed between leaf area and dry matter production, or production of economically important plant parts. The yield of grain per plant is in close correlation with leaf area after the 7<sup>th</sup> organogenesis etape.

THE ROOT AS THE ORGAN OF LONGITUDINAL WATER TRANSPORT  
IN PLANTS

Vladimír Kozinka

The idea of water movement in the system soil-plant-atmosphere as of a continual process, is a valuable contribution of plant physiologists to the study of plant water relations in the last decennials. It can be considered as analogous to the flow of electric current and is a useful hypothesis, which evaluates the water movement through the soil, the root, the shoot and the leaves, together with the evaporation of water into the air, in relation between the water driving forces and the flow resistance at every step of the water movement. Longitudinal water flow in the root is realized, first of all, in the xylem tissues and is comparable to flow in a capillary system. If this flow is laminar in accordance with Poiseuille's law, the conducting elements participate in water conduct by the fourth power of their internal radius / at an equal length, constant pressure and friction coefficient/. In the xylem of the root, the relation between porosity and conducting possibility is exercised. The conducting area is not large, however conductions are given for quick flux. The organisation of the vascular system is complicated in the transit zone of the cross from the root to the shoot; this is the case especially in herbaceous plants. Driving force for water movement in the xylém is the negative gradient of the hydrostatic pressure. Comparing of values of relative conductivity measurements in the central cylinder with the theoretical conducting capacity, where the vascular bundles are considered as a bundle of capillaries, pointed at significant differences. Their reasons were especially: a different number of vessels, different length of the vessel members and their radius, a different size of the perforation plates, resistance of remainders of the transversal walls in the vessel members, as well as the structure of the internal surfaces. The root is the structurally most important part in those departments of the continuum soil-plant-atmosphere, where water moves as a fluid.

Miroslav PENKA

The irrigations applied in our experiments affected the growth of experimental spruce and pine seedlings in an affirmative way, which was indicated by a comparison of the data obtained for fresh weight, contents of water and dry matter, and length of the seedlings.

The differences found in the outgo of water by experimental seedlings were not so distinct as those obtained for the growth characteristics. In irrigated seedlings the transpiration rate values were slightly higher, compared to those measured with non-irrigated seedlings.

The amounts of water required for transpiration were evidently higher in irrigated seedlings.

The coefficients of transpiration were significantly higher in non-irrigated seedlings.

The water-holding capacity was found highest with pine seedlings, those of spruce ranking second. In irrigated seedlings the water-holding capacity was slightly lower than in non-irrigated ones.

In methodological respects it appears that, in forest species, more intense attention should be given to the occurrence of so-called Ivanoff Jump. Moreover, like attention should be paid also to selection of the experimental material to be used for measurement (such as the marginal effect, the difference between minimal and maximal weight of the sample, and the like).

Practically, utilization of the variation in transpiration as observed with studied seedlings appears advisable for the development of an irrigation regime, especially for determining the irrigation time (during the day and the growing season) and the irrigation rate (diurnal and seasonal requirements).

It is advised to use so-called planting balled stock when irrigated seedlings are introduced as the planting stock. In contrast to the transplants with bare roots the balled stock features several advantages: no damage is caused to the root system, the growth processes are continuous with no shock involved, and the like.

For practice, the finding that pine seedlings are highly capable of "economizing" water may be of importance.

ECOPHYSIOLOGICAL STUDIES OF THE LEAF TRANSPERSION RESISTANCES OF PLANTS OF OAK-HORNBEAM FOREST ON IBP RESEARCH AREA AT BÁB NEAR NITRA /SW SLOVAKIA, CZECHOSLOVAKIA/

Pavol Eliáš

Leaf diffusion resistances to transpiration / $r_1$ / of adult trees, of shrub individuals and seedlings of the tree species, of shrubs and herbs, which grow in closed forest stand in southwest Slovakia /Czechoslovakia/, were measured by diffusion porometer on several days of 1974-1977. Leaf water saturation deficit and soil moisture too were measured.

Daily courses of the stomatal resistance / $r_s$ / of sun leaves of adult trees usually reflected daily cycles of solar radiation. Under relative constant light condition the level of  $r_1$  was given by atmospheric evaporative demands /vapour pressure deficit/ and by soil moisture, which are reflected in the leaf water status. Under conditions of low soil moisture in 1974 mean  $r_1$  of abaxial surfaces / $r_s$ / in the daylight were 9.3 to 33.0 sec.cm<sup>-1</sup> and  $r_1$  of adaxial surfaces without stomata /cuticular resistance/ were significantly higher, daily averages amounted between 80 and 180 sec.cm<sup>-1</sup>. Under non-stressed conditions mean  $r_s$  - values in daylight were in 1974 2.4 to 11.1 sec.cm<sup>-1</sup> and in 1975 1.7 to 8.3 sec.cm<sup>-1</sup>. In lower parts of crowns,  $r_s$  of shade leaves were higher than in sun leaves from tops of crowns. The values of minimal  $r_s$  in leaves of shrub individuals and seedlings of tree species were lower than these in shade leaves of adult trees.

Minimal values of  $r_s$  in leaves of four shrubs and ten herbaceous species measured in summer 1976 were 6.1 to 19.5 /30.4/ sec.cm<sup>-1</sup> and 4.8 to 17.3 /31.3/ sec.cm<sup>-1</sup>, respectively. Under non-stress conditions minimal  $r_1$  of herbs were usually lower than  $r_1$  of sun leaves of adult trees.

Stomata of plants in the interior of forest canopy /ground flora/ opened later and closed sooner than the stomata in leaves on active surface of the canopy.

ALTERATIONS OF WATER BALANCE IN THE LIGHT AND  
IN THE DARK BY BARLEY INFECTED WITH POWDERY MILDEW

Stanislav Priebradný

The changes of water balance after infection with *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal the barley cultivar "Slovenský dunajský trh", susceptible to the mentioned parasite, and the resistant cultivar "Professor Schiemann", were studied. The experiments were carried out with entire plants, in climatized chamber /16 h of light and 8 h of darkness/, in the earlier phases of the conidial /asexual/ cycle of the fungus. As a index of water balance the values of ratio: water uptake/transpiration rate were used. Water uptake was determined in potometers and the transpiration rate by gravimetric method.

The peculiarities of response of infected susceptible plant to parasite in the light lead first to the rising trend of water balance, which is protracted till the advanced stage of fructification. On the other hand, in the dark, from the beginning of infection a shift to the side of catabolic orientation of water relations can be observed. This phenomenon is increased with the fungus development, and later impairs also the total daily water balance /after this, when already fully depressive influence of powdery mildew on viability of susceptible plant is evident/. Thus, the changes of water balance limit the period of pathogenesis, till the susceptible host is defensing against the attack of the parasite.

The rising trend of water balance at the resistant cultivar in the light is manifested only until the beginning of the fructification stage. After this time the values of the ratio followed, decline a little under the level of the healthy plants, both in the light and dark periods. The differences emerged, do not further enlarge and in accordance with not significantly deviated values of other processes are out of negative activity upon the viability of the resistant host.

# THE USE AND MISUSE OF THE VALUES OF SOLAR ENERGY UTILIZATION COEFFICIENT $\gamma$ IN ECOLOGICAL RESEARCH

Jana Jakrllová

A meadow stand of the mesic type (Southern Moravia, Czechoslovakia) shows that the values of solar energy utilization coefficient  $\gamma$  calculated from biomass increments and from the respective values of radiation do not correspond to the actual photosynthetic utilization of the stand in early spring and late summer periods. In these perennial stands with bulky root systems, the R/S ratio is, on the average, 3/1 (2).

In spring,  $\gamma$  is overvalued owing to the translocation of nutrients from the underground organs to the aboveground parts; the values vary about 2 %. On the other hand, in late summer, when the transport and storing of reserves in underground organs take place,  $\gamma$  is undervalued (Fig. 1). This is proved by the comparing the results with those obtained under laboratory conditions (1). The relationship of the values of  $\gamma$  coefficient and the weight of aboveground biomass is discussed (Fig. 2).

Attention is drawn, on the one hand, to the possibility of erroneous interpretation of the results obtained from field investigations of natural stands and, on the other hand, to various ways of calculating the  $\gamma$  coefficient from the given formula. This may result in erroneous comparisons of the results obtained by various authors.

THE INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON OXID-REDUCTION  
PHYSIOLOGY OF "GREEN ISLANDS" AT THE SITES OF BARLEY LEAVES  
INFECTED WITH POWDERY MILDEW

Alžbeta Hespelová-Korvetovičová and Božena Malátková

"Green islands", a characteristic feature of leaves invaded by parasites, were thought by many authors to arise mainly from yellowing leaf tissue at the catabolic phase.

By boiling entirely green barley leaves with well developed mycelia of powdery mildew in methanol, by dynamic pigment analyses as well as by investigating incorporation <sup>14</sup>C into the chlorophyll molecules, the authors found "islands" to exist as early as on the first days after infection of the leaves.

In the present work, preserving of chlorophyll in the "islands" during catabolism, rather than its resynthesis in the yellowing tissue, has been proven by finding out its stronger bond to the protein carrier, when compared with the directly not invaded parts of the leaves. The strength of the pigment-protein complex was investigated by extracting the pigments into solvents of increasing polarity /light petrol with gradual adding of methanol/.

ON THE CAUSES OF DIFFERENT REACTIONS OF SOME PLANT SPECIES  
TO POTASSIUM-DEFICIENCY

The paper deals with the following problems: Prokaryonta and Eucaryonta according to a number of authors, the potassium-deficient ( $K_2$ -deficient) plants are of considerably decreased growth and display very characteristic visual symptoms, which are analogical in nearly all the plants. The inhibition of cell growth is currently explained as the consequence of the decrease of disturbances of a number of metabolic processes related to both the origin and further changes of the organic matter. Cytokinesis, the stages of formation of the cell plate. What follows from our results, however, is that when potassium was fully substituted by sodium in the nutrient-hypokalium, three individual species of plants did not react to the  $K_2$ -deficiency in the same way.

As to growth, the plants which do not contain diamine oxidase (sunflower, snap bean, maize) were affected much more

than the  $K_2$ -deficient plants which do contain diamine oxidase (lupine, soya, lentil, broad bean, pea). In contradistinction to the other investigated plants, the leaves of the  $K_2$ -deficient sunflower, snap bean, and maize very soon began to develop typical necroses.

On investigating the  $K_2$ -deficient plants with the above enzyme system and those without it, we found certain agreement in the sorption, the distribution, and the utilization of nitrogen and phosphorus.

In the course of cultivation, the  $K_2$ -deficient plants not containing diamine oxidase cumulated more amines than those containing diamine oxidase.

The highest diamine oxidase activity was displayed in pea, whereby in the shoots of the  $K_2$ -deficient plants, the activity of this enzyme was slightly higher, and in the roots, it was lower, than that in the controls.

In  $K_2$ -deficient plants which do not contain diamine oxidase or other enzyme systems reducing (disintegrating) the amines, the amines are excessively cumulated and have a toxic effect, in contradistinction to plants containing the above enzymes.

SCHE PROBLEMS OF PLANT GROWTH REGULATION STUDIES  
FROM THE POINT OF VIEW OF NATIVE CYTOKININS AND  
AUXINS CONTENT

L.Chvojka, L.Friedrich, Alena Volfová, Alena Březinová,  
R.Bulgakov, Jana Reslová and Marie Stará.

**Abstract.**

The present paper is treating phytohormones contained in fruit trees and wheat. The presence of indolic and non-indolic auxins in fruit trees and wheat was proved by studying the biosynthesis of native auxins from radioactive precursors. The presence of these auxins was also stated in intact material by gas chromatography and bio-tests on wheat coleoptiles.

The influence of light and CCC on the native cytokinin content in wheat seedlings was stated. The number of native cytokinins is decreasing in the dark. The application of CCC on dry seeds is raising the number of native cytokinins.

By studying the mechanism of the influence of phytohormones on cell differentiation we found that cytokinin in separated wheat coleoptile segments stimulated thickening of the segments and in a concentration of  $10^{-5}$  M inhibited their longitudinal growth. In parenchymatous cells changes of the plastid structure in the microtubule and cellulose microfibrile orientation have been observed. Whereas the microtubules and microfibriles in the control were oriented casually, they run after the kinetin effect parallel to the longitudinal axis of the cells. Auxin had a contrary effect stimulating longitudinal growth, displaying itself in a transverse orientation of the microtubules and cellulose microfibriles.

## ENDOGENOUS CYTOKININS AS GROWTH REGULATORS

Gabriela Vizárová

Present paper informs about the role of free cytokinins in regulation of plant growth.

It deals with the influence of exterior factors on root system, which factors simultaneously influence the free endogenous cytokinins biosynthesis.

## CONTRIBUTION TO REGULATORY EFFECTS OF LEAVES

Jiří Šebánek a Jan Králík

In the stem of *Bryophyllum crenatum* it is possible to demonstrate the highest level of inhibitory effects associated with a low level of endogenous gibberellin and a high level of endogenous auxin in the most apical part of the stem; in the basipetal direction these inhibitions gradually decrease. A different situation may be observed in annual shoots of woody species. This may be demonstrated on isolated and decapitated annual shoots of the apple tree with 9 nodes; after the excision of leaf blades the petiole stumps fell away most quickly in the basal and apical region. This fact indicates that the most pronounced inhibiting effects occur in the aforementioned parts of the plant. This finding is in harmony with the fact that inhibitors (e.g. CCC or abscisic acid) accelerate this abscission. Also IAA (generally known as an abscission-inhibiting substance) applied in the form of 0.5 % paste upon petioles of all 9 nodes inhibited the abscission at least on the most basal and on the most apical node. Gibberellin applied in the form of 0.5 % paste on 3 upper nodes reduced inhibitions in the apical region; this was manifested in an inhibited abscission of petioles (Fig. 1). Gibberellin is able to reduce inhibitions originating in the leaf blade also in other cases. This is manifested in its capacity both to reduce the inhibitory effect of leaf upon its axillar in that period when the bud is comparatively retarded by its leaf and to delay the onset of endogenous dormancy in that period when the inhibiting effects originating in the leaf blade induce gradually this dormancy. From the morphological point of view the most remarkable are the inhibiting effects of the leaf at the beginning of differentiation of its axillary bud when the defoliation of annual shoots of some woody species (at the beginning of May) results in regenerated shoots in the formation of morphological abnormalities (stavisms) - (Fig. 2.).

TRANSPORT OF  $^{14}\text{C}$ -KINETIN AND  $^{14}\text{C}$ -BENZYLADENIN  
IN PEA SEEDLINGS (*PISUM SATIVUM*, L.)

Stanislav Procházka

In intact, decapitated and/or indolacetic acid (IAA)-treated (0.007 and 0.5 %) pea seedlings the transport of  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -benzyladenin ( $^{14}\text{C}$ -BA) applied to roots was investigated. The application of  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA was carried out: a) immediately after decapitation, b) 24 hours after decapitation, c) 72 hours after decapitation. In intact plants a simultaneous application of  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA was carried out. During the whole experiment the plants were kept in darkness.

Results obtained may be summarized as follows:

- 1) In intact plants  $^{14}\text{C}$  from  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA was accumulated in apical buds.
- 2) In decapitated and IAA-treated plants  $^{14}\text{C}$  from  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA was accumulated in IAA-treated parts of the stump.
- 3) In decapitated seedlings (treated only with aqueous lanoline paste) the removal of the apex resulted in growth lateral buds. When  $^{14}\text{C}$ -BA was applied a significantly higher  $^{14}\text{C}$ -activity in lateral buds was observed as early as 24 hours after decapitation. In  $^{14}\text{C}$ -kinetin treated plants a significantly higher  $^{14}\text{C}$ -activity was found in lateral buds as late as 96 hours after decapitation. The different results in the transport of  $^{14}\text{C}$ -kinetin and  $^{14}\text{C}$ -BA do not eliminate the possibility that the release of lateral buds from the apical inhibition may be associated with the flow of cytokinins from roots into these buds.

## HORMONAL HETEROGENEITY OF PLANT ORGANISM

Zuzana Jureková

Heterogeneity of growth substances in organs of winter wheat and maize plants was studied. There is different dynamics in gibberellins content between root and over-ground part of plant, between individual leaves and between leaves and generative organs. Different hormonal activity of organs may be explained as a result of correlation phenomena and growth activity of plant organs. The role of gibberellins in regulatory mechanism of plant metabolites is also discussed.

THE ROLE OF GROWTH REGULATORS IN THE SEX DIFFERENTIATION  
OF FLOWERS IN MONOECIOUS AND DIOECIOUS PLANTS

Zdeněk Sládka

In the work the character of endogenous regulators is observed in two cultivars of *Cucumis sativus* with different course of floral sex differentiation. One cv. No 20 is monoecious and forms the staminate flowers first and hermaphrodite ones last. The second line M forms only pistilate flowers from the very beginning.

The extracts of growth substances from different phases of plant development were chromatographically divided and biologically tested for auxins, gibberellins, cytokinines and inhibitors. It appears that pistilate plants have a higher content of auxin substances and differ from staminate ones in the content of gibberellins and cytokinines.

The application of NAA on leaves in the concentration of 50 ppm in monoecious cv. No 20 stimulates the formation of pistillate flowers and fruits. The application of GA<sub>3</sub> in the concentration of 500 ppm on leaves of pistillate line causes the production of staminate and hermaphrodite flowers.

Similarly the character of endogenous substances was observed in dioecious *Melandrium album*, whose staminate plant differ from pistillate ones by a longer chromosome Y, which secures the formation of stamens and suppression of pistil differentiation. The content of growth regulators in both plant types also differs but the dependences are not explicit. The application of synthetic substances did not call forth the changes of differentiation processes.

## PHOTOPERIODICALLY INDUCED FLOWERING.

I. REGULATION OF ORGANOGENETIC ACTIVITY OF THE SHOOT  
APICAL MERISTEMS IN CHENOPODIUM RUBRUM

Jan Krekule, Jana Opatrná and Frideta Seidlová

Flowering was induced in obligatory short-day plant *Chenopodium rubrum* under controlled conditions of cultivation. One short day is sufficient to bring about flowering in very young plants, whereas three or four days are necessary to induce the older ones. Different aspects of the differentiation of shoot apical meristem such as changes in the anatomical and morphological structure of the shoot apex and/or in the synthesis of nucleic acids were followed under optimal or marginal conditions of induction.

The effects of exogenous growth substances (auxins, cytokinins, gibberellins and abscisic acid) and nucleic acid antimetabolites were also investigated and compared. The course of differentiation of the shoot apex was also recorded as affected by red-light break of dark period and/or by root removal.

Summarizing the experimental data, following conclusions may be drawn:

- a) The transition to flowering in *Chenopodium rubrum* bears a quantitative character as each inductive cycle is reflected by a corresponding changes in the anatomical and morphological structure of the shoot apex.
- b) Some distinctive morphological stages of the shoot apex differentiation were distinguished which enable physiological interpretation as e.g. decrease in apical dominance. We may assume these stages form an integral part of events leading to flowering and in most cases reflect the changes of organ correlations at the shoot apex. Similarly as in intact plants, the hormonal regulation can be envisaged.
- c) Photoperiodical treatment, as well as the differentiation of the shoot apex are reflected by the changes in the rate of synthesis of nucleic acids. In general, the immediate effect of inductive photoperiod is a drop in synthesis of all fractions of nucleic acids.

## PHOTOPERIODICALLY INDUCED FLOWERING.

II. PHOTOPERIODIC RESPONSE AND THE SYNTHESIS OF  
NUCLEIC ACIDS IN COTYLEDONS, THE EFFECTS OF  
PLANT AGE AND OF GROWTH RATE

Jiří Zadina, Jaroslav Ullmann a Libuše Pavlová

Considers the leaves as a primary receptor of photoperiodic signal. Generally accepted scheme of photoperiodically determined flowering. The plants of *Chenopodium rubrum* are highly responsive to short-day induction already in juvenile period and cotyledons thus became the receptive organs. It was from this point of view the synthesis of nucleic acids in cotyledons was investigated under various light-regimes (inductive as well as non-inductive). The analysis of NA was performed using different techniques: chromatography on MAK columns, polyacrylamide gel electrophoresis, and centrifugation in sucrose density gradient (for estimation of the state of ribosomes). Some characteristics of the physiological status of the cotyledons were also established, such as the dynamic of dry weight accumulation, the changes in surface area, chlorophyll content and RNA synthesis in the free cytoplasmatic ribosomes.

The experimental data may be summarized as follows:

- 1) The synthesis and the level of NA in cotyledons closely reflect light regime of cultivation. Using double labelling technique with  $^{32}\text{P}/^{33}\text{P}$  the effect of inductive conditions on the synthesis of NA in ribosomes was followed. The data we obtained did not indicated apparent relationship between NA synthesis and photoperiodic induction.
- 2) We found a high physiological activity of cotyledons (using various criteria of course) although their photoperiodic response was rapidly changing.
- 3) The changes in photoperiodic response seem to be reflected rather by the anatomical and morphological state of the shoot apex than by some general changes of the growth rate of the plants.

Einfluss von Flurenol auf die Wachstumsprozesse und Bildung  
der Blumenfasziationen der Echten Kamille

Štefánia Vaverková

Es wurde die Wirkung von 9-hydroxy-Fluoren-Karbonsäure auf das vegetative Wachstum und Bildung der Blumen von der Echten Kamille in Konzentrationen von 0,005 bis 0,05 % in verschiedenen Terminen während der Anfangsentwicklung der Pflanze verwendeten, untersucht. Für die frühere Wachstumsphasen zeigte Flurenol eine Stimulationswirkung, die aber mit fortschreitender Entogenese der Pflanze meinstens verlorengegangen ist. Optimale Konzentrationen für das Wachstum der grünen Teile /0,01 bis 0,05 %/ verursachten in bemerkenswerter Zahl auch die Bildung von Blumenfasziationen, die die Bildung von anomal vergrösserten Blütenkörbe bedingten. Die Gesamtproduktion der Blumen war aber niedriger als bei den nicht behandelten Pflanzen. Bei den Konzentrationen von 0,005% runde die Zahl der Blütenkörbe pro Flächeneinheit im Vergleich mit der Kontrolle nicht verändert.

## GROWTH PROMOTORS AND INHIBITORS IN POTATOES

Josef Poppr

In our laboratory we tried to solve some problems on determination of growth promotors and inhibitors in potatoes. A procedure for fractionating extracts from a known weight of sample was described enabling to identify a greater number of active growth substances / 8, 10 /.

The results of the experiments have shown that Sephadex LH 20 is a useful tool for the separation of the growth regulating compounds / 7, 10 /.

The degree of stimulation and inhibition as well as its character changed during the growth and development of potato plants / 10, 11 /.

We are began to work with gas chromatography in order to obtain a more complex view of the sample evaluated.

DEPENDENCE OF SOME QUANTITATIVE INDICATORS ON LEAF  
SET GROWTH OF WINTER WHEAT

František Kubjatko, Andrej Göbö

Summary

In natural, multifactorial conditions is an appropriate choice of biological in the centre of attention for winter wheat grower. With the aim of optimal post usage it is desirable to select such cultures in which space arrangement of leafy set provides in maximal degree a division value uniformity of particular leafy irradiation in the course of whole vegetation. It is also necessary to accommodate the sowing density. To the range of given problems belong the experimental works of two teams of present chair where since the year 1962 were solved the questions of winter wheat morphogenesis with orientation on apical meristem dynamics, ontogenesis, anatomic peculiarities and time determination of particular leafy function of various cultivators. Here are also included test of chloroplast apparatus, studies of conductive system, stalk anatomy and some other studies of root system.

From the concrete results following from the theme of report we refer to the relation between integral leafy area of basal leaves and mitotic index of apical meristem degree and the length of first organogenesis stages. We bring to attention high evidenced correlation /A, L/ in the last stalk leaves and mass of grain in ear. The high evidenced correlation between  $W_1$  top stalk leaves and mass of grain in ear. The results were achieved after several years of observation in conditions of southern Slovakia at winter wheat Aurora, Diana II, Ilyichovka.

REGULATION OF GROWTH, ORGANOGENESIS AND PLASTID DIFFERENTIATION IN in vitro CULTURE

Jiří Luštinec, Miroslav Kamínek, Věra Hadačová

It has been found that starch formation, growth of callus tissue and organogenesis in explants derived from stem of marrow stem kale are dependent on (1) sugar, (2) cytokinin, (3) auxin and (4) on an unknown factor which has not yet been identified. This factor originates in the meristem of vascular bundles and is transported to other parts of the explant. Stimulatory effect of vascular bundles is very pronounced in explants taken from stem pith of old non-growing kale plants.

It is known that the meristematic activity in various organs of intact plants is connected not only with their growth but also with accumulation of starch. A close relationship between these two processes was also found in bud-forming tobacco tissue cultures.

With respect to the main function of meristems, which is seen in production of new cells, it has been interesting to know how formation and transport of the stimulatory factor are related to cell division. The following findings indicate that the formation of this factor is independent on cell division (or more specifically on cell proliferation) :  
(A) The cambium also affects starch formation on complex medium containing high concentrations of sucrose (up to 40%) which completely inhibit growth of explants. (B) Nalidixic acid and streptomycin which partially inhibit growth do not affect accumulation of starch induced by cambium.

We assume that similarly to terminal meristems cambium is able to synthesize cytokinins and auxins especially when sugars are easily available from the culture medium. However, the effect of cambium on starch grain formation, growth and organ differentiation has not been substituted by addition of kinetin and naphthaleneacetic acid to culture medium.

DIFFERENTIATION IN TISSUE CULTURES OF CURING PLANTS AND THE  
SECONDARY PRODUCTS OF METABOLISM.

Zdeňka Pospíšilová

Callus tissue deduced from *Atropa belladonna* L., *Papaver somniferum* L. and *Petasites hybridus* /L./ G.M.SCH. were investigated. In the callus of belladonna deduced from the stem were investigated differentiation of provascular tissue, differentiation of roots, stems and plantlets. The tropane alkaloids in callus and in plantlets were stated qualitatively. At *Papaver somniferum* L. culture deduced from the stem there was made the influence of copper upon the secondary metabolism. In the callus of coltsfoot deduced from underground part the rhizogenesis and the furan derivats were investigated.

EFFECT OF SOME GROWTH REGULATORS  
ON THE EMBRYOGENESIS OF FLAX IN "IN VITRO" CONDITIONS  
Anna Preťová

The development of young embryos of flax proceeds in "in vitro" conditions in three stages following one after the other: 1 - finishing the embryogenesis under the changed conditions after the excision shock, 2 - stage of dormancy, 3 - germination. We supposed that growth regulators should be able to influence all three stages in a certain direction, or at least some of them.

Young (7- and 14-days old) embryos of flax (*Linum usitatissimum L.*) were used for the experiments. The technique for plant tissue culture was used. The embryos were cultivated on the medium according to White (1942) with 5% sucrose (control). The single growth regulators were added to this medium (IAA, Kinetin, GA) in concentrations of  $5 \cdot 10^{-4}$  M,  $5 \cdot 10^{-6}$  M and  $5 \cdot 10^{-8}$  M respectively. In evaluating the effect of the growth regulators, we considered the beginning of the different development stages, time of their lasting and the length of the radicule, hypocotyle and axis. We observed yellowing and greening of the cotyledons as one of the important features of the development of flax embryos in vitro.

During these experiments, two important effects of the used growth regulators were observed. The variants with GA in all concentrations germinated earlier than the remaining variants and the control. Under the influence of kinetin (especially at the concentration of  $5 \cdot 10^{-8}$  M, chlorophyll was preserved in the cotyledons of the flax embryos during the whole embryogenesis in vitro. The embryos cultivated at the medium containing kinetin, did not pass the phase of dormancy.

It seems to be possible to regulate the development of flax embryos in vitro in a desired sense by using growth regulators.

CONTRIBUTION TO THE PHYSIOLOGY OF DORMANCY OF CARYOPSES OF  
SPRING BARLEY

Jaroslav Podešva

The main objective of our experimental work was to study the level of endogenous gibberellins, auxins, inhibitors, and of the intensity of respiration in the tissues of caryopses of spring barley from egg fertilization over the entry of the developing embryos from predormancy into the stage of deep dormancy and over terminated dormancy in varieties with a naturally short, medium, and long postharvest rest and thus to form scientific preconditions for the regulation of the length of postharvest rest by exogenous application of growth regulators for intensifying dormancy, limiting the proliferation of caryopses in the ears or, on the contrary, for weakening dormancy and intensifying the germinative energy of caryopses immediately after harvest.

The germinative energy and the shortening of the duration of dormancy are favourably influenced by repeated spraying of the plants with a solution of gibberellic acid in the concentration of 50 mg/l during the stage after milk ripeness of caryopses. Treatment of the plants with repeated sprays with the solution of alpha-naphthylacetic acid in the concentration of 100-250 mg/l or maleinhydrazid in the concentration of 1000 mg/l results in prolongation and intensification of dormancy and in limiting the proliferation of caryopses in the ears.

The values of the respiration activity of caryopses are significantly reduced towards the beginning of dormancy.

The source of a native inhibitory effect on the growth of the embryos in the phase of postharvest rest of caryopses was found in the tissue structures enclosing the endosperm and the embryo of the caryopses of spring barley. An extirpated embryo is germinable at the beginning of milk ripeness and further over the individual ripening phases of caryopses up to their morphological ripeness and in the period of post-harvest rest of the embryos of intact caryopses.

STUDY OF PHYSIOLOGY AND PATHOGENICITY OF THE  
FUNGUS SCHIZOPHYLLUM COMMUNE FR. I.

Anton Janitor, Pavel Lačok

Physiology and pathogenicity of the fungus *Schizophyllum commune* Fr. has been studied in present paper. In 1966, its excessive occurrence was noted in some apricot orchards of west Slovakia. Together with the species of the fungi of *Cytospora*, *Polyporus* and *Trametes* - genera, its spreading was of epiphytic character, in several regions. For experimental aims, own isolates and those obtained from other orchards and stations were used. Mainly influence of visible irradiation and of some fungicidal preparations on mycelium growth dynamics and fruit body formation, were studied in vitro. There was found that the visible irradiation, through its qualitative composition, clearly influences the indices studied in *Schizophyllum commune*. The strongest effect was noted in red zone at the action spectrum of 620 - 760 nm and in the violet zone at 390 - 440 nm.

Authors corroborated that the fungus is indifferent for mycelium growth as to total irradiation effect, compared with darkness; however the light is a dominant factor at fruit body formation. Relatively important resistance of the fungus to the fungicidal preparations studied was found. Satisfactory results were reached with Topsin M, Arborol, and Karathane at a concentration of 0,1 %.

## OBSAH

PREDHOVOR .....	2
METABOLIZMUS A JEHO REGULÁCIA .....	4
KOLEK, J.: Metabolizmus a jeho regulácia .....	6
GAŠPARÍKOVÁ, O.: Syntéza RNK v koreňoch kukurice	22
SAHULKA, J.: Regulace metabolismu nitrátů v izolovaných korenach hrachu .....	26
ČINČEROVÁ, A.: Studium významu některých makrobiogenních prvků v metabolismu dusíku .....	30
KUTÁČEK, M., VACKOVÁ, K., EDER, J., RITA MALINI DE ALMEIDA, ZELENÁ, E.: Fenylopropanové deriváty, hlavní fenolické látky rostlin čeledi Brassicaceae, jejich vznik a interakce s růstovými látkami .....	36
KUTÍK, J., BENEŠ, K.: Distribuce škrobu v rostlinných pletivech a její regulace .....	40
LINDAUEROVÁ, T.: Štúdium druhov Petasites hybridus /L./ G. M. et Sch. a Petasites albus /L./ G. ako modelových rastlín s obsahovými látkami seskviterpenického charakteru .....	44
REPČÁK, M., HONČARIV, R.: Niektoré problémy fyziologie seskviterpénov rumančeka pravého /Matricaria chamomilla L./ .....	48
POLEK, B., ZELENÁKOVÁ, E.: Zmeny v obsahu chlorofyllov a dusíkatých látok počas vegetačného obdobia v listoch marhuľe .....	52
PRÍJEM A TRANSPORT ŽIVÍN .....	56
LAŠTUVKA, Z.: Otázky minerální výživy .....	58
DVOŘÁK, M., ČERNOHORSKÁ, J.: Iontoforetické studie pohyblivosti iontů v rostline .....	68
KUBOVÁ, A.: Vplyv minerálnej výživy na zmeny redoxpotenciálu listov pšenice .....	72
MINÁŘ, J.: O příčinách odlišné reakce některých druhů rostlin na deficienci drasliku .....	78
VOTRUBA, M., NOVÁK, V.: Změny obsahu drasliku a hmotnosti sušiny jednotlivých orgánů hlavního stébla ječmene během ontogeneze .....	82

VICHERKOVÁ, M., KOSTŘICA, P.: Vliv draslíku na otevírání průduchů u bobu / <i>Vicia faba</i> L./. kultivovaného při dostatečné a deficitní draslikové výžive .....	86
MICHALÍK, I.: Defosforylačné reakcie - jeden z faktorov regulujúcich transport fosforu do nadzemných orgánov .....	90
NOVÁK, V., KUPKA, J.: Distribuce sušiny a fosforu do jednotlivých orgánov v průběhu ontogeneze jarního ječmene .....	96
VODNÝ REŽIM A FOTOSYNTÉZA .....	100
SLAVÍK, B.: Některé zajímavé a důležité problémy vodního provozu a fyziologie fotosyntézy ....	102
ŠESTÁK, Z., ZIMA, J., STRNAKOVÁ, H., WILHELMOVÁ, N.: Fotochemické reakce fotosyntézy během ontogenese listu .....	114
TICHÁ, I., ČATSKÝ, J.: Regulace fotosyntetické aktivity listu fazolu jeho anatomickou strukturou a transportem $\text{CO}_2$ v mezofylu .....	118
POSPÍŠILOVÁ, J., ČATSKÝ, J., SOLÁROVÁ, J., VÁCLAVÍK, J., ŠESTÁK, Z., TICHÁ, I., ZIMA, J.: Limitace fotosyntézy hydratační úrovní listového mezofylu .....	122
VÁCLAVÍK, J.: Vliv stáří amfistomatických listů na fotosyntetický příjem $\text{CO}_2$ a transpiraci...	126
SOLÁROVÁ, J., VÁCLAVÍK, J., TICHÁ, I., ČATSKÝ, J.: Vliv hustoty ozáření během kultivace na výmenu plynů u primárních listů fazolu .....	130
REFKA, J.: Vplyv minerálnej výživy na fotosynteticko-respiračné vlastnosti listov .....	134
JEŠKO, T.: Význam koreňa pre fotosyntetickú aktivitu rastliny .....	138
HODÁŇOVÁ, D.: Fotosyntéza porostu a ontogenetická heterogenita listoví.....	142
KOSTREJ, A.: Prenikanie žiarenia z hladiska distribúcie listov v poraste .....	146
MASAROVIČOVÁ, E., JEŠKO, T.: $\text{CO}_2$ výmena listov <i>Fagus silvatica</i> L. ....	150
ZRŮST, J.: Studium fotosyntézy u bramborů .....	154
ŠVIHRA, J., HOJČUŠ, R.: Saturácia pletív vodou a produkčný proces obilnín .....	158
KOZINKA, V.: Koreň rastlín ako orgán pozdĺžneho transportu vody .....	164

PENKA, M.: Transpirace lesních dřevin .....	168
ELIÁŠ, P.: Ekofyziologické štúdium difúznych odporov listov rastlín dubo-hrabového lesa na výskumnnej ploche IBP v Bábe pri Nitre .....	172
PRIEHRADNÝ, S.: Zmeny vodnej bilancie na svetle a tme pri jačmeni infikovanom mŕčnatkou .....	176
JAKRLOVÁ, J.: Využití a zneužití hodnot koeficientu účinnosti slunečního záření v ekologickej výskumu .....	180
HASPELOVÁ-HORVATOVIČOVÁ, A., HOLÚBKOVÁ, B.: Etiológia "zelených ostrovov" vznikajúcich na miestach infekcie na jačmeni napadnutom mŕčnatkou .....	186
OTÁZKY RASTU A DIFERENCIÁCIE .....	190
LUXOVÁ, M.: Otázky rastu a diferenciácie .....	192
CHVOJKA, L., FRIEDRICH, A., VOLFOVÁ, A., BŘEZINOVÁ, A., BULGAKOV, R., RESLOVÁ, J., STARÁ, M. Některé problémy studia regulace růstu rostlin z hlediska obsahu národních cytokinínů a auxinů .....	202
VIZÁROVÁ, G.: Endogénne cytokiníny ako regulátory rastu .....	206
ŠEBÁNEK, J., KRÁLÍK, J.: Příspěvek k regulačním vlivům lupenitých listů .....	210
PROCHÁZKA, S.: Transport $^{14}\text{C}$ -kinetinu a $^{14}\text{C}$ benzyladeninu u klíčních rostlin hrachu /Pinus sativus, L./ .....	214
JUREKOVÁ, Z.: Hormonálna heterogenita rastlinného organizmu .....	218
SLADKÝ, Z.: Úloha růstových regulátorů při differenciaci kvetů jednodomých a dvoudomých rostlin .....	222
KREKULE, J., OPATRNÁ, J., SEIDLOVÁ, F.: Studium fotoperiodicky podmíněného kvetení. I. Regulace organogené aktivity osních apikálních meristémů .....	226
ZADINA, J., ULLMANN, J., PAVLOVÁ, L.: Studium fotoperiodicky podmíněného kvetení. II. Synéza nukleových kyselín v listech a delohách, vlivy stáří a rychlosti růstu .....	232
VAVERKOVÁ, Š.: Vplyv flurenolu na rast a tvorbu kvetných fasciácií rumančeka pravého /Matricaria chamomilla L./ .....	236

POPPR, J.: Studium růstových látek u brambor ....	242
KUBJATKO, F., GÖBÖ, A.: Závislosť niektorých kvantitatívnych ukazovateľov od rastu listového súboru ozimnej pšenice .....	246
LUŠTINEC, J., KAMÍNEK, M., HADAČOVÁ, V.: Regulácia rastu, organogeneze a diferenciácia plastidií v kultúrach <i>in vitro</i> .....	252
POSPÍŠILOVÁ, Z.: Diferenciácia v tkáňových kultúrách lečivých rastlín a tvorba sekundárnych metabolítov .....	256
PRETOVÁ, A.: Vplyv niektorých rastových látok na embryogenézu lana v podmienkach <i>in vitro</i> ...	260
PODEŠVA, J.: Prispôsobenie k fysiologii dormance obiliek jarného ječmene .....	264
PONERT, J.: Fyziologické modelovanie ekologicky kritických podmínek v rade <i>Hieracium</i> .....	268
JANITOR, A., LAČOK, P.: Štúdium fyziológie a patogenity huby <i>Schizophyllum commune</i> FR.I.	272
 SÚHRNY PRÁC V ANGLICKOM JAZYKU .....	276
GAŠPARÍKOVÁ, O.: Synthesis of Ribosomal RNA in Growing Root Cells .....	278
SAHULKA, J.: Regulation of Nitrate Metabolism in Excised Pea Roots .....	279
ČINČEROVÁ, A.: Study of the Importances of Some Essential Mineral Elements in Nitrogen Metabolism of Plants .....	280
KUTÁČEK, M., VACKOVÁ, K., EDER, J., RITA MALINI DE ALMEIDA, ZELENÁ, E.: Phenylpropan Derivatives, the Main Phenolic Substances of Plants in the Family Brassicaceae, their Origin and Interaction with Growth Substances	281
KUTLÍK, J., BENEŠ, K.: The Distribution of Starch in Plant Tissues and its Regulation .....	282
LINDAUEROVÁ, T.: The Study of the <i>Petasites hybridus</i> /L./G./M. et SCH. and <i>Petasites albus</i> /L./G. Species as a Pattern Plants Contained Terpenoid Compounds.....	283
REPČÁK, M., HONČARIV, R.: Some Physiological Problems of <i>Matricaria chamomilla</i> L. Sesquiterpens .....	284

POLEK, B., ZELENÁKOVÁ, E.: Changes in the Contents of the Chlorophyll and in Nitrogenous Sub- stances in Apricot Leaves during the Vegeta- tion Period .....	285
LAŠTUVKA, Z.: Some Problems of Mineral Nutrition..	286
DVOŘÁK, M., ČERNOHORSKÁ, J.: The Motion of Ions Inside of Plants as Studies by Ionophoresis..	287
KUBOVÁ, A.: Influence of Mineral Nutrition on Oxido-Reduction Potencial of Wheat Leaves ...	288
MINÁŘ, J.: On the Causes of Different Reactions of some Plant Species to Potassium-Deficiency	289
VOTRUBA, M., NOVÁK, V.: Changes in the Content of Potassium and Dry Weight Matter in different Parts of <i>Hordeum sativum</i> L. during Ontogene- sis .....	290
VICHERKOVÁ, M., KOSTŘICA, P.: Effect of Potassium on Stomatal Opening in Broad Bean / <i>Vicia faba</i> L./ cultivated under Sufficient and Deficient Potassium Nutrition .....	291
MICHALÍK, I., The Dephosphorylation Reactions - one of the Factors for Regulation of the Phos- phorus Transport from the Roots to Shoot Organs .....	292
NOVÁK, V., KUPKA, J.: Distribution of Dry Matter and Phosphorus in Spring Barley Organs in the Course of Ontogenesis .....	293
SLAVÍK, B.: Some Interesting and Significant Problems in Water Relations and Physiology of Photosynthesis .....	294
ŠESTÁK, Z., ZIMA, J., STRNADOVÁ, H., WILHEIMOVÁ, N.: Photochemical Reactions of Photosynthesis during Leaf Ontogenesis .....	295
TICHÁ, I., ČATSKÝ, J.: Photosynthetic Activity of a Bean Leaf as Controlled by its Anatomical Structure and $\text{CO}_2$ Transport in the Mesophyll..	296
POSPÍŠILOVÁ, J., ČATSKÝ, J., SOLÁROVÁ J., ŠESTÁK, Z., TICHÁ, I., VÁCLAVÍK, J., ZIMA, J.: Limita- tion of Photosynthesis by Hydration Level of Leaf Mesophyll .....	297
VÁCLAVÍK, J.: The Effect of Amphistomatous Leaf Age on Net Photosynthetic $\text{CO}_2$ Uptake and Transpira- tion .....	298
SOLÁROVÁ, J., VÁCLAVÍK, J., TICHÁ, I., ČATSKÝ, J: The effect of Growth Irradiance on Gas Exchan- ge of Primary Bean Leaves .....	299

REPKA, J.: The Effect of Mineral Nutrition on the Photosyntetic-Respiration Characteristics of the Leaves .....	300
JEŠKO, T.: Importance of the Root for Photosynthetic Activity of the Plant .....	301
HODÁŇOVÁ, D.: Canopy photosynthesis and Heterogeneity as Related to Ontogeny of Leaves ...	302
KOSTREJ, A.: Penetration of Radiation in Relation to Distribution of Leaves in the Canopy ....	303
MASAROVIČOVÁ, E., JEŠKO, T.: CO <sub>2</sub> Exchange in the <i>Fagus silvatica</i> L. Leaves .....	304
ZRŮT, J.: The Assimilation Effect of Potatoes ..	305
ŠVÍHRA, J., HOJČUŠ, R.: The Hydration of Tissues in Relation to the Growth and Production Processes in Cereals .....	306
KOZINKA, V.: The Root as the Organ of Longitudinal Water Transport in Plants .....	307
PENKA, M.: Transpiration in Forest Species .....	308
MILÁŠ, P.: Ecophysiological Studies of the Leaf Transpiration Resistances of Plants of Oak-Hornbeam Forest on ICP Research Area at Báb near Nitra /SW Slovakia/ ...	309
TRIEHMADNÍ, S.: Alterations of Water Balance in the Light and in the Dark by Barley Infected with Powdery Mildew .....	310
JAKRLOVÁ, J.: The Use and Misuse of the Values of Solar Energy Utilization Coefficient Ζ in Ecological Research .....	311
HASPELOVÁ-HORVATOVICOVÁ, A., HOLÚBKOVÁ, B.: Ethiology of "Green Islands" at the Sites of Barley leaves infected with Powdery Mildew .....	312
LUXOVÁ M.: Some Problems of Growth and Differentiation .....	313
CHVOJKA, L., FRIEDRICH, L., VOLFOVÁ, A., BŘEZINOVÁ, A., BULGAKOV, R., RESLCVÁ, J., STARÁ, M.: Some Problems of Plant Growth Regulation Studies from the Point of View of Native Cytokinins and Auxins Content .....	314
VIZÁROVÁ, G.: Endogenous Cytokinins as Growth Regulators .....	315
ŠEBÁNEK, J., KRÁLÍK, J.: Contribution to Regulatory Effects of Leaves .....	316

PROCHÁZKA, S.: Transport of $^{14}\text{C}$ -Kinetin and $^{14}\text{C}$ -Benzyladenin in Pea Seedlings / <i>Pisum sativum</i> L./ .....	317
JUREKOVÁ, Z.: Hormonal Heterogeneity of Plant Organism .....	318
SLADKÝ, Z.: The Role of Growth Regulators in the Sex Differentiation of Flowers in Monoecious and Dioecious Plants .....	319
KREKULE, J., OPATRNÁ, J., SEIDLOVÁ, F.: Photo-periodically Induced Flowering. I. Regulation of Organogenetic Activity of the Shoot Apical Meristems in <i>Chenopodium rubrum</i> .....	320
ZADINA, J., ULLMANN, J., PAVLOVÁ, L.: Photoperiodically Induced Flowering. II. Photoperiodic Response and the Synthesis of Nucleic Acids in Cotyledons, The Effects of Plant Age and of Growth Rate .....	321
VAVERKOVÁ, Š.: Einfluss von Flurenol auf die Wachstumsprozesse und Bildung der Blumenfaziationen der Echten Kamille .....	322
POPPR, J.: Growth Promotors and Inhibitors in Potatoes .....	323
KUBJATKO, F., GÖBÖ, A.: Dependence of some Quantitative Indicators on Leaf Set Growth of Winter Wheat .....	324
LUŠTINEC, J., KAMÍNEK, M., HADAČOVÁ, V.: Regulation of Growth, Organogenesis and Plastid Differentiation in "in vitro" Culture .....	325
POSPÍŠILOVÁ, Z.: Differentiation in Tissue Cultures of Curing Plants and the Secondary Products of Metabolism .....	326
PRETOVÁ, A.: Effect of some Growth Regulators on the Embryogenesis of Flax in "in vitro" Conditions .....	327
PODEŠVA, J.: CONTRIBUTION to the Physiology of dormancy of Caryopses of Spring Barley .....	328
JANITOR, A., LAČOK, P.: Study of Physiology and pathogenicity of the Fungus <i>Schizophyllum commune</i> Fr. I. ....	329

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	2
МЕТАБОЛИЗМ И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ .....	4
КОЛЕК, И.: Метаболизм и его регуляция.....	6
ГАШПАРИКОВА, О: Синтез рибосомальной РНК в растущих клетках корня.....	22
САГУЛКА, И.: Регуляция метаболизма нитратов в изолированных корнях гороха.....	26
ЧИНЧЕРОВА, А.: Изучение значения некоторых макроэлементов в обмене азота у растений.....	30
КУТАЧЕК, М., ВАЦКОВА, К., ЗДЕР, И., МАЛИНИ ДЕ АЛМЕЙДА, Р., ЗЕЛЕННА, Е.: Фенильпропеновые эфиры холина, феноловые вещества растений семейства Brassicaceae, их образование и взаимодействие с ростовыми веществами.....	36
КУТИК, Я., БЕНЕШ, К.: Распределение крахмала в тканях растений и его регуляция.....	40
ЛИНДАУЭРОВА, Т.: Изучение видов <i>Petasites hybridus</i> L./G., M. et Sch. и <i>Petasites albus</i> L./G. как модельных растений с содержанием веществ терпенового характера.....	44
РЕПЧАК, М., ГОНЧАРИЗ, Р.: Некоторые вопросы по физиологии сесквитерпеноидов ромашки аптечной...	48
ПОЛЕК, Б., ЗЕЛЕНЯКОВА, Э.: Изменения содержания хлорофиллов и азотистых веществ в листьях збрикоса в течение вегетационного периода.....	52
ПРИЕМ И ТРАНСПОРТ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	56
ЛАСТУВКА, З.: К некоторым вопросам минерального питания .....	58
ДВОРЖАК, М., ЧЕРНОГОРСКА, Я.: Ионтофоретическое исследование подвижности ионов в растении..	68
КУБОВА, А.: Влияние минерального питания на изменения окислительно-восстановительного потенциала листьев пшеницы.....	72
МИНАРЖ, Я.: О причинах несходной реакции некоторых видов растений на дефицит калия.....	78
ВОТРУБА, М., НОВАК, В.: Изменения содержания калия и количества сухого вещества в различных органах растения ячменя во время онтогенеза.....	82

ВИХЕРКОВА, М., КОСТРЖИЦА, П.: Влияние калия на раскрытие устил у боба ( <i>Vicia faba</i> L.) культивированного при достаточном и дефицитном калиевом питании .....	86
МИХАЛИК, И.: Реакции дефосфорилиации - как один из факторов регуляции транспорта фосфора из корней в надземные части .....	90
НОВАК, В., КУПКА, И.: Дистрибуция сухого вещества и фосфора в различные органы в течение онтогенеза у ярового ячменя.....	96
ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ФОТОСИНТЕЗ.....	100
СЛАВИК, Б.: Некоторые интересные и важные проблемы водного режима и фотосинтеза .....	102
ШЕСТАК, З., ЗИМА, Я., СТРНАДОВА, Г., ВИЛЬГЕЛМОВА, Н.: Фотохимические реакции фотосинтеза во время онтогенеза листа.....	114
ТИХА, И., ЧАТСКИ, И.: Регулирование фотосинтетической активности листа фасоли его анатомической структурой и транспортом $\text{CO}_2$ в мезофилле.....	118
ПОСПИШИЛОВА, Я., ЧАТСКИ, И., СОЛАРОВА, Я., ШЕСТАК, З., ТИХА, И., ВАЦЛАВИК, И., ЗИМА, Я.: Лимитирование фотосинтеза гидратационным уровнем листовой ткани.....	122
ВАЦЛАВИК, И.: Влияние возраста амфистоматических листьев на фотосинтетическое усвоение $\text{CO}_2$ и транспирацию.....	126
СОЛАРОВА, Я., ВАЦЛАВИК, И., ТИХА, И., ЧАТСКИ, И.: Влияние разного освещения при выращивании первичных листьев фасоли на их газообмен.....	130
РЕПКА, И.: Влияние минерального питания на фотосинтетическую-дыхательную характеристику листьев.....	134
ЕШКО, Т.: Значение корня для фотосинтетической активности растения.....	138
ГОДАНОВА, Д.: Фотосинтез посева и онтогенетическая разнородность листьев.....	142
КОСТРЕЙ, А.: Переход радиации с точки зрения дистрибуции листьев в растительности.....	146
МАСАРОВИЧОВА, Е., ЕШКО, Т.: Обмен углекислого газа в листьях буков лесного.....	150
ЗРУСТ, Я.: Изучение фотосинтеза у картофеля ...	154

ШИГРА, Я., ГОЙЧУШ, Р.: Обеспечение тканей водой в связи с процессами роста и продукции у злаков .	158
КОЗИНКА, В.: Корень растений как орган продольного транспорта воды.....	164
ПЕНКА, М.: Транспирация лесных древесных пород.....	168
ЭЛИАШ, П.: Экофизиологические исследования диффузионных сопротивлений листьев растений дубово-грабового леса на экспериментальном участке МБР в Бабе при Нитре.....	172
ПРИЕГРАДНЫ, С.: Изменения водного баланса на свету и во тьме у ячменя инфицированного мучнистой росой.....	176
ЯКРЛОВА, Я.: Использование и злоупотребление величин коэффициента эффективности солнечной радиации в экологических исследованиях .....	180
ГАСПЕЛОВА-ГОРВАТОВИЧОВА, А., ГОЛУБКОВА, В.: Этиология "зеленых островов" возникающих в местах инфицирования на ячмене зараженом мучнистой росой.....	186
<b>ВОПРОСЫ РОСТА И ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ .....</b>	<b>190</b>
ЛУКСОВА, М.: Вопросы роста и дифференцировки.....	192
ХВОЙКА, Л., ФРИДРИХ, А., ВОЛЬФОВА, А., БЛЕЗИНОВА, А., БУЛГАКОВ, Р., РЕСЛОВА, Я., СТАРА, М.: Некоторые проблемы изучения регуляции роста растений с точки зрения содержания нативных цитокининов и ауксинов .....	202
ВИЗАРОВА, Г.: Эндогенные цитокинины как регуляторы роста.....	206
ШЕВАНЕК, И., КРАЛИК, Я.: К вопросу регуляционных влияний листообразных листьев.....	210
ПРОХАЗКА, С.: Транспорт $^{14}\text{C}$ -бензиладенина в проростках гороха ( <i>Pisum sativum L.</i> ) .....	214
БРЕКОВА, З.: Гормональная гетерогенность растительного организма.....	218
СЛАДКИЙ, З.: Роль регуляторов роста в дифференциации цветков одно- и двухдомых растений.....	222
КРЕКУЛЕ, Я., ОПАТРНА, Я., САЙДЛОВА, Ф.: Фотопериодическая индукция цветения.1. Регуляция органогенной активности верхушечной осевой меристемы <i>Chenopodium rubrum</i> .....	226
ЗАДИНА, И., УЛДМАНН, Я., ПАВЛОВА, Л.: Фотопериодическая индукция цветения.2. Синтез нуклеиновых кислот в семядолях, влияние возраста и скорости роста .....	232

БАВЕРКОВА, Ш.: Влияние флоренола на процессы роста и образование фасциляции Ромашки аптечной .	236
ПОПИР, Й.: Ростовые вещества и ингибиторы у картофеля.....	242
КУВЯТКО, Ф., ГЮБЭ, А.: Зависимость некоторых количественных показателей от роста лиственного состава осимой пшеницы.....	246
ЛУПТИНЦ, Й., КАМИНЕК, М., ГАДАЧОВА, В.: Регуляция роста, органогенеза и дифференцирования пластидов в культурах <i>in vitro</i> .....	252
ПОСПИШИЛОВА, З.: Дифференциация в культурах лекарственных растений и образование вторичных продуктов обмена веществ.....	256
ПРЕТЕВА, А.: Действие некоторых ростовых веществ на эмбриогенез льна в условиях <i>in vitro</i> ....	260
ПОДЕШВА, Я.: Статья к физиологии покоя зерновок ярового чмения.....	264
ПОНERT, И.: Физиологическое моделирование экологики критических условий у рода <i>Hieracium</i> ..	268
ЯНИТОР, А., ЛАЧОК, П.: Изучение физиологии и патогенности гриба <i>Schizophyllum commune</i> Fr.I...	272
РЕЗЮМЕ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ .....	276

Názov publikácie: Dni rastlinnej fyziológie I. Zborník referátov z celoštátneho stretnutia rastlinných fyziológov

Vydali: Slovenská botanická spoločnosť pri SAV  
Ústav experimentálnej biológie a ekológie SAV

Zostavovatelia: RNDr. Olga Erdelská CSc.  
Prom. biológ Igor Mistrík

Počet výtlačkov: 250

Počet strán: 340

Dátum vydania: november 1977

Miesto vydania: Bratislava

SBS

3