

ROSTLINNÁ VÝROBA

8

ROČNÍK 13 (XL)
PRAHA,
SRPEN 1967
CENA 18 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZVŽ

Vědecký časopis

ROSTLINNÁ VÝROBA

Řídí redakční rada

Člen korespondent ČSAV prof. dr. ing. Václav Káš, DrSc. (předseda), doc. ing. Jozef Belej, CSc., akademik Ctibor Blatný, doc. ing. Karel Červenka, CSc., ing. Jiljí Fiedler, CSc., prof. dr. ing. Ladislav Hruška, DrSc., prof. dr. Jan Hruza, ing. Ján Jasič, prof. dr. ing. Vladimír Kosil, DrSc., prof. dr. ing. František Landovský, ing. Jozef Lopatník, CSc., člen korespondent ČSAV ing. František Mareček, ing. Vladimír Martinek, CSc., ing. František Mráz, ing. Jaroslav Neuberg, CSc., ing. Ctirad Patejdl, doc. ing. Jaroslav Prugar, CSc., doc. ing. Václav Rybáček, doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., ing. Miloslav Schmied, doc. ing. Vladimír Skládal, ing. Josef Slepíčka, doc. ing. Antonín Straňák, CSc., ing. Juraj Uhliár, RNDr. ing. Jaroslav Zakopal.

Vedoucí redaktorka Milena Sovová

© Ústav vědeckotechnických informací MZVŽ, Praha 1967

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

Научный журнал ROSTLINNÁ VÝROBA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области растениеводства. Издает Институт научно-технической информации Министерства сельского хозяйства и питания. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

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

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

Le journal scientifique ROSTLINNÁ VÝROBA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de production végétale. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques du Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. Publié chaque mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

Otázky rostlinné fyziologie v zemědělském výzkumu

Rostlinná fyziologie jako jedna ze základních biologických věd studuje zákonitosti růstu a organogeneze, procesů výživy z půdy i ze vzduchu, pochodů syntézy, transportu a ukládání ústrojných látek a celkového metabolismu a energetické rovnováhy rostlin. Nejde však jen o poznání všech těchto dílčích a hlavních procesů, jejich vzájemných souvislostí, ale též o vymezení jejich vztahu ke konkrétním a značně variabilním podmínkám prostředí. Z tohoto ekologického aspektu stejně jako z nutnosti studovat fyziologické funkce nejen u jednotlivých izolovaných rostlin, ale především v přirozených cenozách nebo porostech vyplývá pak zásadní význam rostlinné fyziologie pro velmi rozmanitá odvětví rostlinné výroby.

Metody a pracovní postupy užívané v rostlinné fyziologii jsou podle cíle a potřeb práce velmi rozmanité. Rychlý vývoj chemie a fyziky v posledních desetiletích poskytl pak mnoho přesných a expeditivních metod umožňujících studium i těch problémů rostlinné fyziologie, které byly dříve neřešitelné.

I když tak vynikající autority jako Bohumil Němec, Vladimír Úlehla, Silvestr Prát, Rudolf Dostál vytvořili svými experimentálními pracemi základ a dobrou tradici rostlinné fyziologie u nás, byla v předválečné době skutečná možnost vědecké práce v tomto oboru omezena téměř výlučně jen na ústavy universit a některých vysokých škol zemědělských. Proto možno říci, že rozvoj rostlinné fyziologie u nás začíná teprve v padesátých letech po reorganizaci celé vědeckovýzkumné základny státu. Ovšem ani pak se budování nových pracovišť neobešlo bez obtíží a nedostatků materiálních a kádrových.

Přesto však záhy vznikla zvl. na pracovištích ČSAV a později SAV řada pracovních skupin zaměřených na studium zcela konkrétních problémů závažných jak z hlediska teoretického, tak i praktického. V oblasti zemědělského výzkumu, kde by zásada K. A. Timirjazeva, že rostlinná fyziologie je teoretickým základem rostlinné výroby, měla být nejdříve splněna, bohužel nejasnost koncepce, někdy podceňování významu a nedostatek tradice rostlinné fyziologie, malé pochopení pro nutné potřeby materiální a též nedostatek odborných kádrů způsobily, že vývoj rostlinné fyziologie byl velmi pomalý. Vždyť v celé síti rostlinářských ústavů pracovalo po řadu let jen jedno malé oddělení. Teprve později vznikly v některých specializovaných ústavech laboratoře a oddělení rostlinné fyziologie, která se zabývají hlavními problémy fyziologie příslušné plodiny.

V průběhu dalšího růstu fyziologických pracovišť došlo též k určité diferenciaci jejich zaměření na relativně omezený počet problémů. Jsou to buď

otázky závažné z hlediska okamžitých i perspektivních potřeb jiných oborů a směrů, nebo úseky, v kterých bylo dosazeno předního místa ve světové vědě. Je totiž pochopitelné, že v našich podmínkách není možné rozvíjet tak rozsáhlou disciplínu jako je rostlinná fyziologie v plné šíři.

Z různých důvodů se bohužel nepodařilo sjednotit výzkum rostlinné fyziologie v rámci celkového vědeckovýzkumného plánu. Největší roztrženiště je právě v resortu ministerstva zemědělství a výživy. Poměrně dobrá spolupráce mezi pracovišti CSAV, vysokých škol a resortních ústavů, projevující se zvl. u hlavních problémů pomocí v otázkách metodických, přístrojově vybavení i výchovy mladých pracovníků, spočívá tedy spíše na principu dobrovolnosti než na řízení a koordinaci podle uvažované dlouhodobé koncepce (např. v tomto roce vypracované CSAV).

Z celé řady fyziologických problémů, které jsou důležité pro rozvoj rostlinné výroby, jsou některé otázky, např. účinky humusových látek na fyziologické funkce rostlin nebo komplex otázek růstu a vývoje rostlin, řešeny dnes jen na vysokých školách a ústavech akademií. Jak na pracovištích CSAV, SAV a vysokých škol, tak i v ústavech resortních jsou současně a v dobré návaznosti stuuovány otázky fotosyntézy a vodního provozu rostlin.

Fotosyntéza je v ústavech zemědělských studována z několika základních aspektů. Studium intenzity tohoto procesu u obilovin v přirozených i regulovaných podmínkách, zvl. v době tvorby zrna, je zaměřeno na objasnění podstaty rozdílů mezi druhy a odrůdami, resp. variantami různě hnojenými, na vymezení úlohy jednotlivých orgánů (cepele listové, internodia, klasu, osiny) na tvorbě zrna a na analýzu vztahu mezi intenzitou fotosyntézy, velikostí listových čepelí a výši výnosu zrna. Kombinací různých metod měření fotosyntézy, jejichž vypracování včetně vlastní konstrukce mnoha přístrojů a zařízení byla věnována velká pozornost, dosáhli pracovníci VÚ obilnářského v Kroměříži mnoha výsledků cenných jak z hlediska dalšího praktického využití v jiných oborech, tak i významných a původních z hlediska studia fotosyntézy samotné. Jsou důležité i pro další objasnění studované závislosti růstu a optimální skladby struktury výnosu odrůd obilovin na podmínkách stanoviště, i možnosti cílevědomé regulace.

Pomocí metody růstové analýzy se podařilo u brambor (VÚ bramborářský, Havl. Brod) řešit vztahy mezi čistým výkonem fotosyntézy a hospodářským výnosem, délkou vegetační doby a tvorbou listové plochy v různých etapách ontogeneze různých odrůd. Získané výsledky jsou důležité pro zajištění nových účinných opatření pěstitelských, výživářských stejně jako pro práci šlechtitelskou. Toto první důsledné a tvůrčí použití růstové analýzy u nás bude jistě vzorem pro zahajované výzkumy v rámci Mezinárodního biologického programu, na kterém se podílí řada resortních pracovišť a vysokých škol.

Důležité poznatky přinesl též teoreticky a metodicky dobře fundovaný výzkum otázek vodního provozu obilovin a brambor. Je zaměřen především na vymezení úlohy strukturních vlastností a regulace výdeje složky vodní bilance stejně jako na sledování vzniku dočasného nebo trvalého vodního sytostního deficitu a změn osmotického potenciálu pletiv různých orgánů v průběhu ontogeneze různých odrůd. Bohužel velmi málo se studuje možnost regulace vodní bilance a eliminace vodního deficitu s ohledem na funkci fotosyntetického aparátu. Nezajištěny zůstávají otázky určení fyziologické spotřeby vody rostlinami, ač jsou zásadního významu pro závlahové hospodářství.

Také některé otázky patofyziologie a studium rezistence rostlin vůči prů-

myslovým exhalátům jsou rozvíjeny na několika pracovištích jak obou akademií, tak i resortu.

Převážně pouze na ústavech resortu zemědělství je studována problematika fyziologie a ekologie rezistence rostlin vůči nízkým teplotám a dalším škodlivým faktorům. Ze studia dynamiky rezistence ozimých obilovin vyplynul spíše význam stability odolnosti v průběhu zimy než její absolutní úroveň stejně jako úloha jednotlivých ekologických faktorů v procesech adaptace i ztráty stavu otužení. Diferencovány byly přímé a nepřímé účinky dalších nepříznivých činitelů působících během zimy. Kauzálně byla vysvětlena velmi výrazná aktivita patogenních a parazitických mikroorganismů, jež se projevuje v případě účinku chladu na teplobytné plodiny. Vypracované expeditivní metody jsou užívány ve šlechtění i kontrole kvality osivového materiálu.

Z uvedeného stručného přehledu, který se týkal především pracovišť zemědělských, je zřejmé, že celá řada otázek speciální a ekologické fyziologie, které by měly být studovány hlavně na specializovaných ústavech rostlinné výroby, zůstává nepovšimnuta. Stejně tak je téměř vůbec nezajištěno studium fyziologie minerální výživy rostlin, ač jde o problematiku závažnou především z hlediska ekonomiky hnojení.

Příčin neuspokojivého stavu rostlinné fyziologie v zemědělském výzkumu je jistě více. Nemalou roli hrají otázky dostatečného počtu speciálně školených odborníků a též materiálního vybavení laboratoří. Chceme-li, aby fyziologická pracoviště řešila určené problémy na patřičné úrovni a ekonomicky, je nutno je zabezpečit nejen přístroji běžných laboratoří, ale nově konstruovanými aparaturami podle potřeb metodiky. U nás i v cizině se jako nejlepší ukázala možnost vedení pokusů jak v přirozených, tak i regulovaných, nejlépe klimatických podmínkách.

Je pochopitelné, že je nutno zajistit úzkou spolupráci nejen mezi různými pracovišti fyziologickými, ale též s ostatními příbuznými disciplínami (genetika, fytopatologie, hnojení rostlin, agrotechnika atd.). Takové spolupráce rovnocenných partnerů zajišťují nejen všestranné objasnění a řešení problému, ale přispívají k ekonomice práce všech zúčastněných.

Věřím, že kromě již zmíněných výsledků, kterých fyziologická pracoviště dosáhla, budou dobře demonstrovat význam a důležitost rostlinné fyziologie v zemědělském výzkumu též ty práce, které jsou v tomto monotematickém čísle našeho časopisu zařazeny.

Doc. ing. Vladimír Segeřa, CSc.,

Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha - Ruzyně 507

■ Problematika tvorby výnosu zrna je dnes intenzivně studována na celém světě. Vychází se při tom z poznatků o prvořadém významu velikosti asimilační plochy a intenzity fotosyntézy (Schwanitz 1960). U obilnin je však celá otázka složitější, protože ekonomický výnos představují hlavně obilky. Proto se pozornost badatelů soustřeďuje na otázku podílu jednotlivých orgánů na tvorbě sušiny ukládané v obilkách. (Přehled literatury viz Nátr 1965). Stručně je možno shrnout, že u ozimé pšenice a jarního ječmene se na vytváření asimilátů transportovaných do zrna podílejí především poslední listy a samotný klas v době od kvetení do zralosti (Boonstra 1937, Archbold 1942, Thorne 1959, Stalfelt 1960, Stoy 1963, Birecka, Skupinska, Wojcieszka, Zinkiewicz 1963, aj.).

Způsob měření použitý v této práci, tzn. odstranění orgánu, jehož vliv na výnosové složky je sledován, byl použit rovněž řadou autorů (Boonstra 1937, Archbold 1942, Stickler a Pauli 1961 aj.). Tato jednoduchá metodika byla použita proto, aby byly získány vůbec základní informace o podílu příslušných orgánů na tvorbě výnosu zrna vybraných odrůd sortimentů pěstovaných na určité úrovni agrotechniky a hnojení.

MATERIÁL A METODIKA

Vliv odstranění listových čepelí (dále jen listů) a osin klasů byl sledován u ozimé pšenice a jarního ječmene.

Měření u ozimé pšenice bylo provedeno na okrajových parcelách zkoušek výkonu a na odběrových parcelách studia vlivu minerální výživy na výnos zrna. Výsev strojem a ošetření parcel bylo podle běžné agrotechniky (Vlach 1963, Pešík 1963). Měření u jarního ječmene bylo provedeno na parcelách pokusu založeného pro studium tvorby výnosu (Přikryl 1963). Výsev byl proveden ručně. Odrůdy byly vypěstovány na nižší a vyšší hladině vyhnojení*).

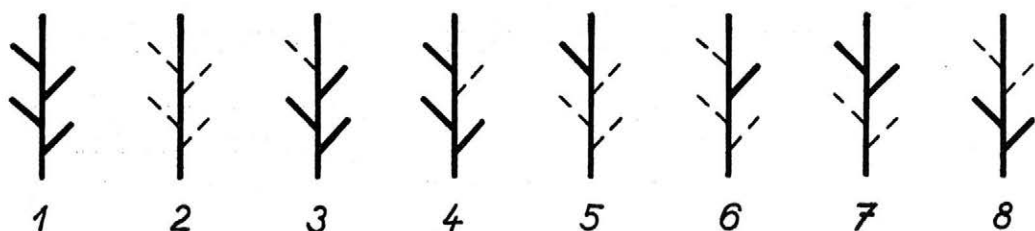
V roce 1962 byly provedeny kombinace uvedené na obr. 1.

Ustřížení listů bylo provedeno v době těsně po metání vždy u 20 stébel tak, že z každé rostliny byla vzata jen jedna odnož. V době plné zralosti byly pak sklizeny pouze klasy a u každého byl zjištěn počet zrn, váha zrna na 1 klas a váha 1000 zrn. Z těchto hodnot pak byl stanoven průměr.

V roce 1963 byly pak provedeny kombinace uvedené na obr. 2.

Ustřížení orgánů bylo provedeno zase v době těsně po metání u 20 až 200 rostlin. V době plné zralosti byly sklizeny jen klasy. Stanovení počtu zrn, váhy zrn na 1 klas a váhy 1000 zrn bylo provedeno vždy u 5 klasů najednou. Průměrný

*) Za poskytnutí rostlinného materiálu děkuji ing. K. Přikrylovi, CSc., ing. J. Pešíkovi, CSc. a ing. M. Vlachovi, CSc.



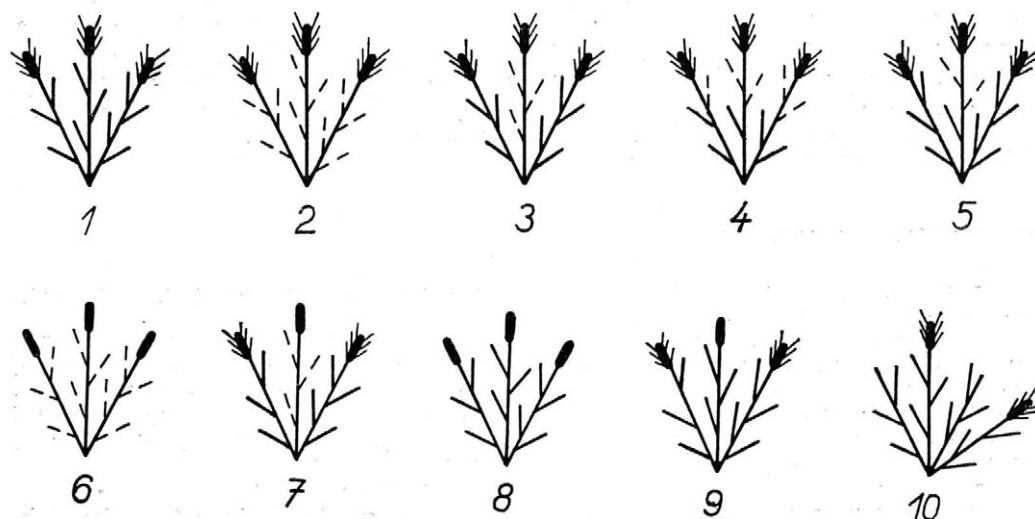
1. Přehled kombinací při studiu vlivu ustřížení jednotlivých listů na snížení výnosu zrna v r. 1962.

1 — kontrola, ponechány všechny listy, 2 — ustříženy všechny zelené listy, 3 — ustřížen jen první list shora, 4 — ustřížen jen druhý list shora, 5 — ponechán jen první list shora, 6 — ponechán jen druhý list shora, 7 — ponechán jen první a druhý list shora, 8 — ustřížen první a druhý list shora

počet opakování byl 8 až 20, což znamená, že naměřené hodnoty jsou průměrem ze 40 až 100 klasů.

Získané výsledky byly hodnoceny analýzou variance. V roce 1962 byly výsledky měření všech tří hodnot počítány úplnou analýzou variancí — samostatně pro odrůdy jarního ječmene a odrůdy ozimé pšenice.

V roce 1963 byla propočtena analýza variance pro každou odrůdu samostatně. Průkaznost rozdílů mezi jednotlivými kombinacemi dané odrůdy byla hodnocena Duncanovým testem v úpravě podle Kramera (Weber 1961). Na základě tohoto statistického šetření pak byly sestaveny tabulky I—VII, které přehledným způsobem udávají výsledky měření. Tento podrobný způsob hodnocení byl nutný vzhledem k dosti velké variabilitě jednotlivých faktorů a různému počtu opakování v jednotlivých variantách. Pouhé srovnání průměru naměřených hodnot bez přihlídnutí k výsledku statistického hodnocení by značně zkreslovalo závěry vyvozené z celého pokusu.



2. Přehled kombinací při studiu vlivu ustřížení jednotlivých listů a osin na snížení výnosu zrna v r. 1963.

1 — kontrola, 2 — všechny listy ustříženy u všech odnoží rostliny, 3 — všechny listy ustříženy jen u jedné odnože rostliny, 4 — první a druhý list shora ustřížen u všech odnoží rostliny, 5 — první a druhý list shora ustřížen pouze u jedné odnože rostliny, 6 — všechny listy a osiny ustříženy u všech odnoží rostliny, 7 — všechny listy a osiny ustříženy pouze u jedné odnože rostliny, 8 — osiny ustříženy u klasů všech odnoží rostliny, 9 — osiny ustříženy u klasů jedné odnože rostliny, 10 — ostříhány klasy u poloviny odnoží na rostlině

VÝSLEDKY POKUSŮ

Jarní ječmen

1962: Výsledky měření jednotlivých odrůd jsou uvedeny v grafu 3 a průměrné hodnoty ze všech odrůd v grafu 5. Snížení všech tří sledovaných hodnot — počtu a váhy zrn v klasu i váhy 1000 zrn — je poměrně malé. Nejvíce byla redukována váha 1000 zrn při úplné defoliaci. Přitom však jde o poměrně malé snížení — 7 %.

1963: Výsledky získané u odrůd jarního ječmene jsou uvedeny v grafech 6 a 7. Snížení váhy zrn je podstatně vyšší než v roce 1962 a dosahuje kolem 25 %. Není to ovšem výsledek jen odlišných klimatických a půdních podmínek, neboť toto výrazné snížení bylo dosaženo u kombinací, které v roce 1962 nebyly zkoušeny: ustřížení osin a ustřížení listových čepelí u všech odnoží téže rostliny. Téměř jednoznačně se prokázalo, že ze sledovaných tří faktorů dochází k největší redukci váhy zrna v klasu.

Ozimá pšenice

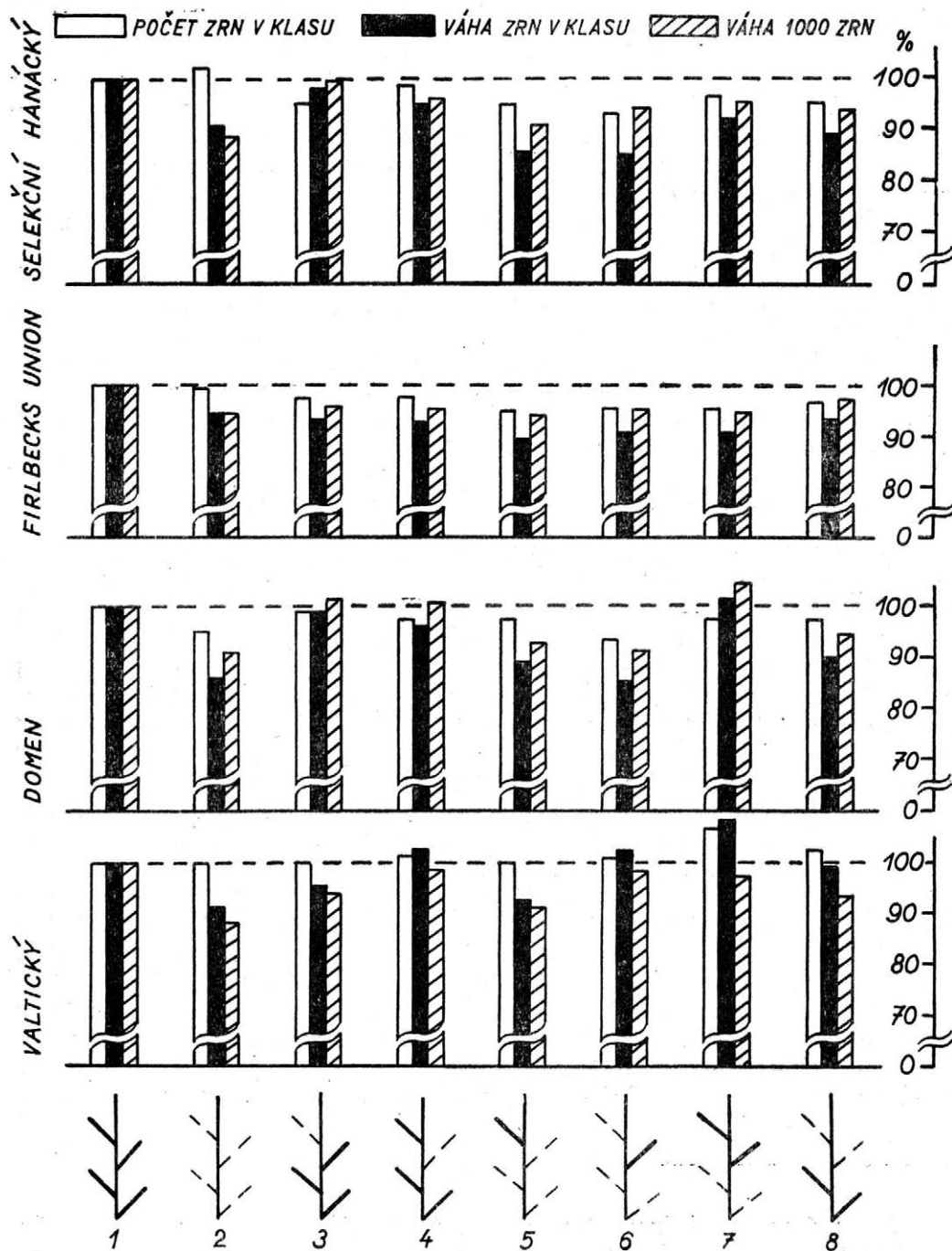
1962: Vliv ustřížení jednotlivých listů na faktory vytvářející výnos zrna je uveden v grafu 4 a průměr ze všech odrůd pak v grafu 5. Na první pohled je patrné, že odrůdy ozimé pšenice reagují na odstranění listů podstatně větší měrou než jarní ječmen. Je možno usuzovat i na existenci odrůdových rozdílů: např. nápadný je rozdíl v reakci na snížení váhy zrna po provedené defoliaci mezi odrůdami 'Fanal' a 'Harrachweizen'. Průměry ze všech odrůd rovněž naznačují relativně malé snížení sledovaných prvků, i když je zde podstatně větší pokles výnosu zrna na 1 klas než u odrůd jarního ječmene. Nejvyšší snížení váhy zrna na 1 klas dosahuje až 20 %.

1963: Snížení výnosu zrna po provedené defoliaci je uvedeno v grafu 8. Také u odrůd ozimé pšenice bylo dosaženo větší snížení váhy zrna v klasu oproti roku 1962. Největší snížení vůbec bylo získáno u kombinace, kde byly ustříženy listy u všech odnoží rostliny. U mnoha kombinací zde byl prokázán i vliv defoliace na redukci počtu zrn v klasu. V roce 1962 bylo ustřížení listů prováděno vždy jen u jednoho stébla. V roce 1963 byly provedeny paralelní varianty s ustřížením listů u všech odnoží rostliny. Výsledky u 7 odrůd jsou přehledně uvedeny v grafu 9 a velmi jednoznačně prokazují, že ustřížení listů u všech odnoží rostliny vyvolává průkazně vyšší redukci výnosu zrna než ustřížení těchže listů jen u jedné odnože. Tyto výsledky potvrzují existenci vztahu mezi odnožemi z hlediska distribuce asimilátů do klasu.

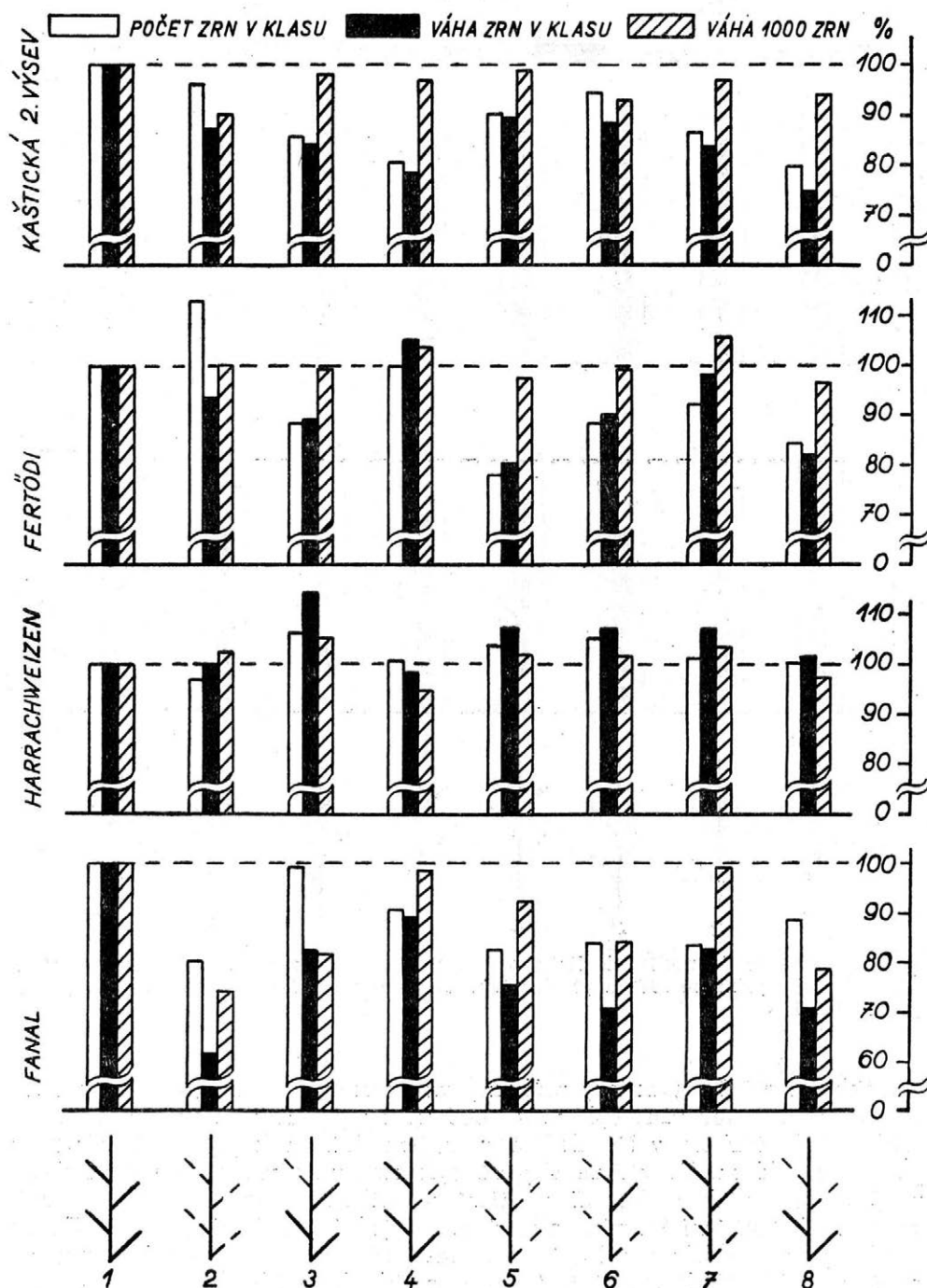
HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Pro zvýšení přehlednosti jsou dosažené výsledky na základně statistického hodnocení (tab. I) přehledně sestaveny do tabulek (tab. II až VI). V tabulkách je dobře patrné působení jednotlivých orgánů na jednotlivé výnosové složky, a proto uvádíme jen souhrnné zhodnocení.

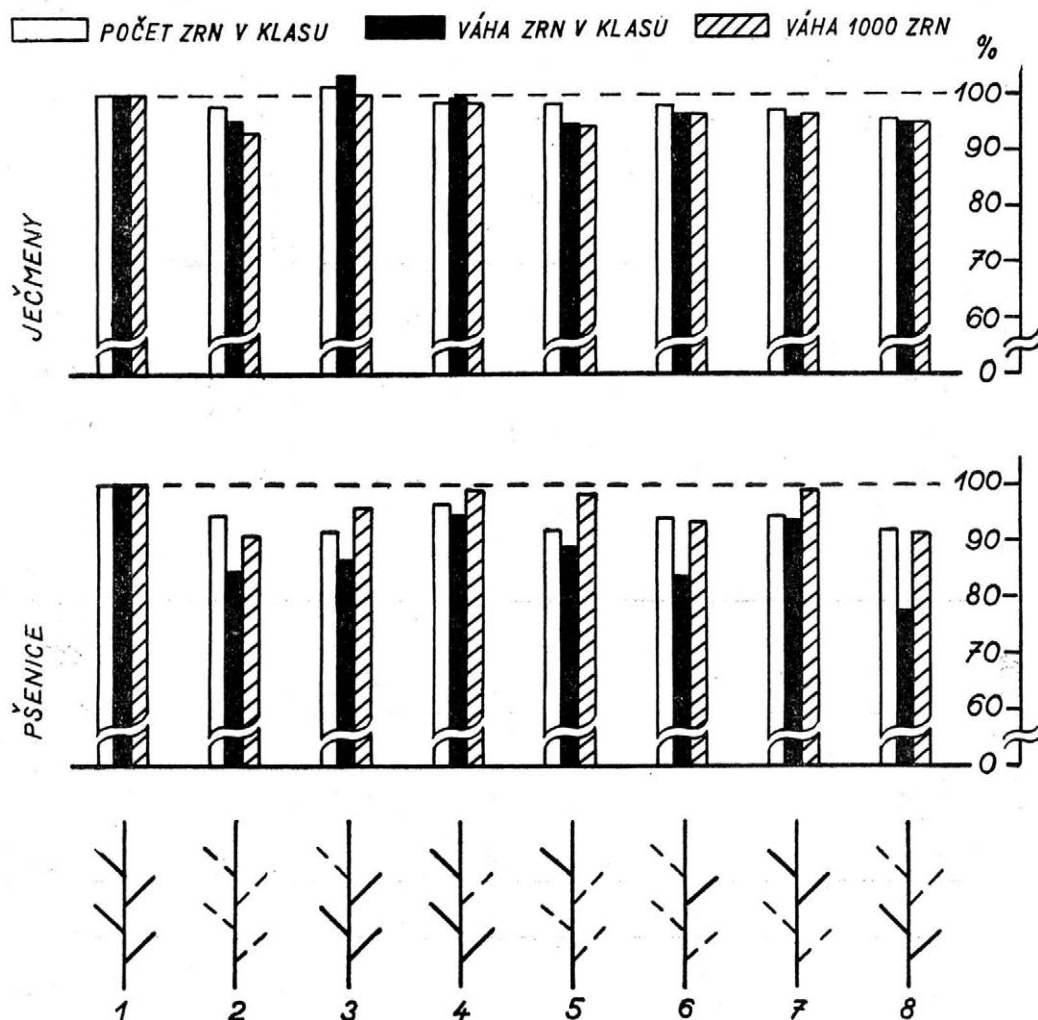
U jarního ječmene bylo prokázáno snížení výnosu v r. 1962 při ustřížení jednoho, dvou nebo všech listů. Z výnosových prvků v r. 1963 byla nejvíce redukována váha 1000 zrn. Prokázalo se, že ustřížení kteréhokoli ze sledovaných orgánů se projevilo ve výnosu zrna. S výjimkou odrůdy 'Valtický' byla ve všech pokusných variantách snížena váha 1000 zrn (tab. II). Téměř ve všech kom-



3. Vliv ustřížení jednotlivých listů na snížení výnosu zrna u čtyř odrůd jarního ječmene v roce 1962. Jednotlivé kombinace podle obr. 1



4. Vliv ustrížení jednotlivých listů na snížení výnosu zrna u čtyř odrůd ozimé pšenice v roce 1962. Jednotlivé kombinace podle obr. 1

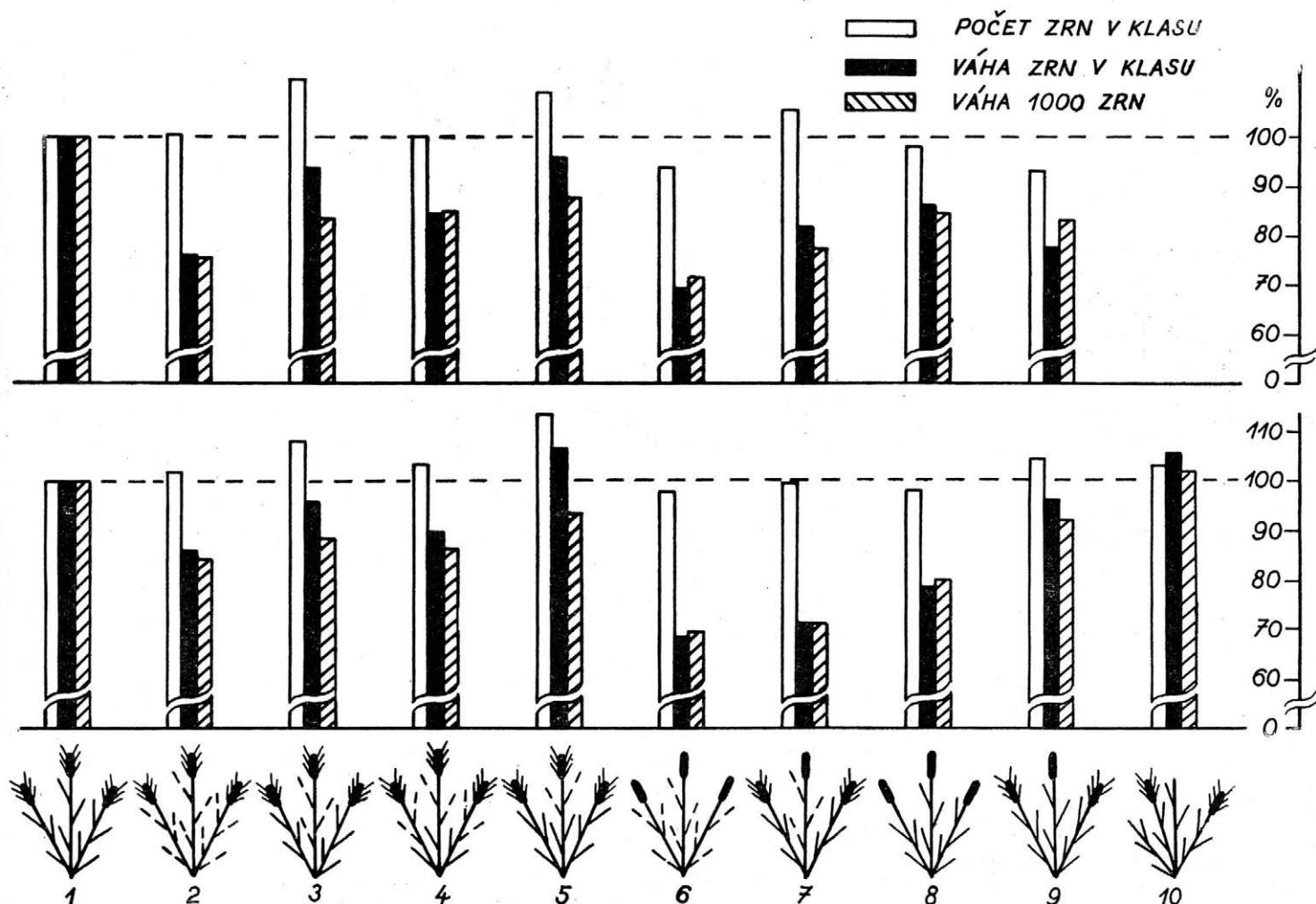


5. Vliv ustřížení jednotlivých listů na snížení výnosu zrna v průměru ze všech odrůd jarního ječmene 1962 a všech odrůd ozimé pšenice 1962. Jednotlivé kombinace podle obr. 1

binacích byl zjištěn statisticky průkazný vliv odstranění listů a osin na snížení výnosu zrna. Redukována byla váha 1000 zrn i váha zrn v klasu. Jen u odrůdy 'Firlbecks Union' na vyšší hladině vyhnojení došlo i k průkaznému snížení počtu zrn v klasu. Ve většině případů bylo stanoveno průkazné snížení sledovaných výnosových prvků při ustřížení jednotlivých orgánů u všech odnoží vzhledem k ustřížení stejných orgánů jen u jedné odnože (tab. III). Z této tabulky je možno dále odvodit, že vztah mezi odnožemi téže rostliny je mnohem větší u odrůdy 'Firlbecks Union' než u našich domácích odrůd 'Seleční hanácký' a 'Valtický'. Pouze u odrůdy 'Seleční hanácký' byl prokázán i podíl spodních listů na tvorbě výnosu zrna (tab. IV). Z tabulky V vyplývá, že u odrůdy 'Seleční hanácký' se listy podílejí na tvorbě sušiny zrna větší měrou než osiny. U odrůdy 'Firlbecks Union' bylo snížení jednotlivých výnosových prvků při ustřížení osin zcela stejné jako snížení při ustřížení listů. Existence

SELEKČNÍ HANÁČKÍ

FIRLBECKS UNION



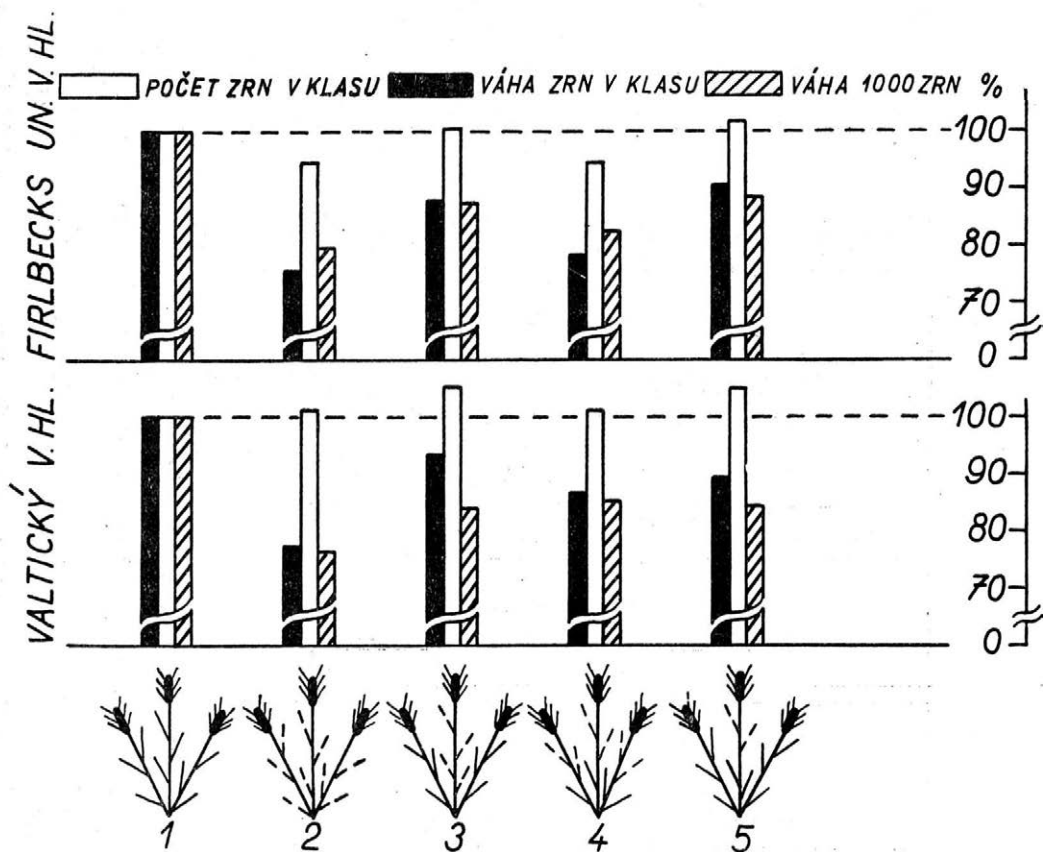
6. Vliv ustržení listů a osin na snížení výnosu zrna u dvou odrůd jarního ječmene v roce 1963. Jednotlivé kombinace podle obr. 2.

vztahu mezi odnožemi téže rostliny byla potvrzena i u těchto pokusných variant, neboť ustřížení klasů u poloviny odnoží vyvolalo zvýšení váhy 1000 zrn u zbylých klasů (tab. VI).

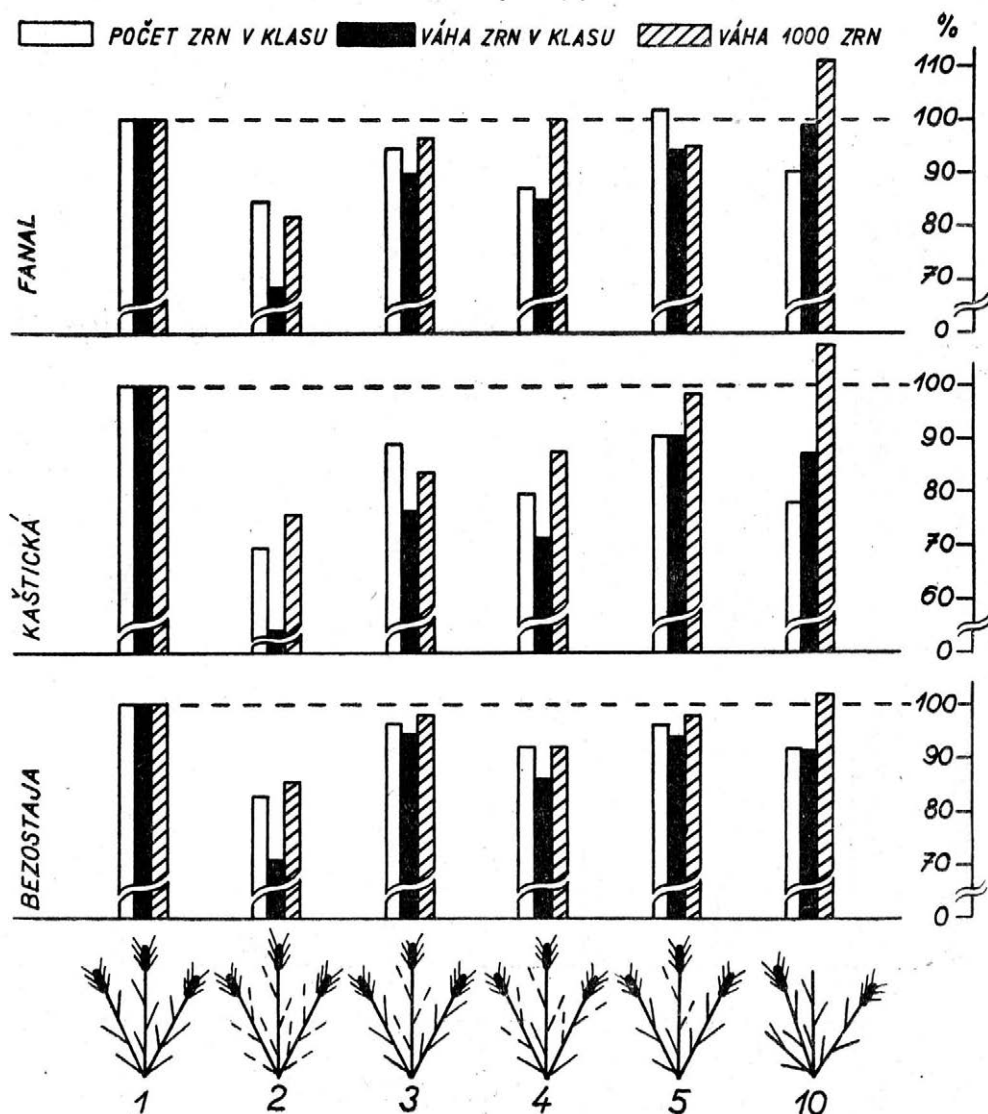
Odrůdy ozimé pšenice reagovaly v r. 1962 podstatně větší redukcí výnosových prvků než odrůdy jarního ječmene. Nejvíce byla opět redukována váha 1000 zrn — v průměru o 20 % vzhledem ke kontrole při ustřížení všech listových čepelí. Totéž se prokázalo i v r. 1963, kdy u některých kombinací došlo k redukcí všech tří měřených výnosových prvků (tab. VII). Ostatní závěry jsou vcelku obdobné jako u jarního ječmene a jsou dobře patrné z tab. I a tab. VII.

DISKUSE

Kvantitativní hodnoty redukce váhy zrna po ustřížení určitých listů jsou poměrně malé. Zvláště pak je nápadné malé snížení váhy zrna jak u ozimé pšenice, tak u jarního ječmene po ustřížení všech zelených listů na stéble v době kvetení (grafy 3, 4, 5). Uvedené snížení váhy zrna a váhy 1000 zrn dosáhlo v r. 1962 v průměru jen necelých 10 %. Tento výsledek se dá patrně vysvětlit možností transportu asimilátů ze sousedních odnoží, neboť listy byly

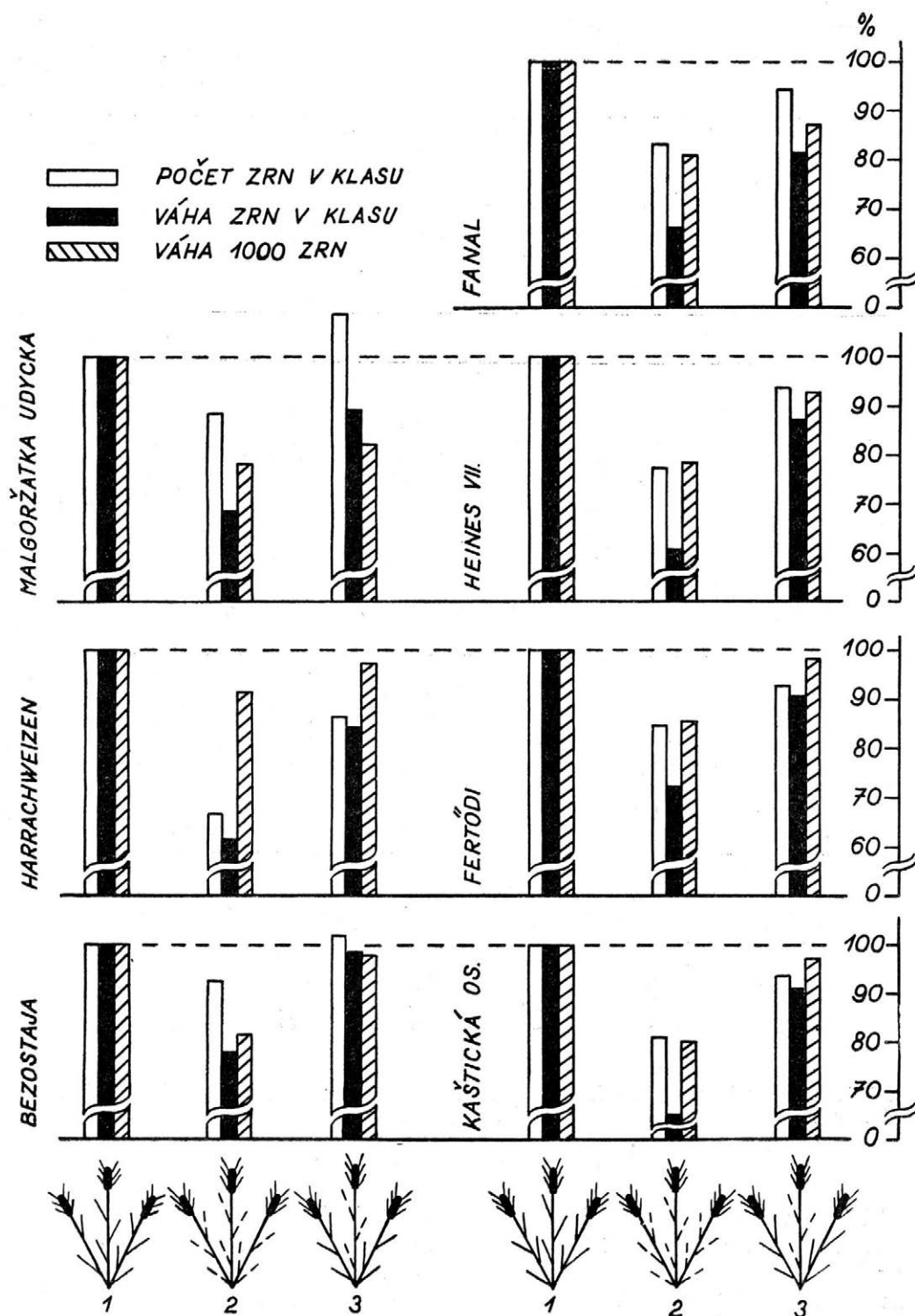


7. Vliv ustřížení listů na snížení výnosu zrna u dvou odrůd jarního ječmene v roce 1963. Jednotlivé kombinace podle obr. 2



8. Vliv ustřížení jednotlivých listů na snížení výnosu zrna u tří odrůd ozimé pšenice v roce 1963. Jednotlivé kombinace podle obr. 2

stříhány pouze u jedné odnože rostliny. Předpoklad byl potvrzen výsledky z r. 1963, kdy po ustřížení listů u všech odnoží bylo snížení váhy zrna v klasu i váhy 1000 zrn větší a dosahovalo až 30 %. Tento výsledek svědčí o tom, že nedostatek asimilátů v jedné odnoži vyvolaný defoliací je kompenzován transportem asimilátů z vedlejších odnoží. Potvrzují se tak výsledky prací Krassovské a Kumakova (1951) a Kravcové (1957). Na základě hypotézy o možnosti transportu asimilátů mezi jednotlivými odnožemi byla v r. 1963 provedena i další kombinace. Ustřížení klasů na polovině odnoží rostliny (grafy



9. Vliv ustřížení všech listů u jedné a u všech odnoží na snížení výnosu zrna u sedmi odrůd ozimé pšenice v r. 1963. Jednotlivé kombinace podle obr. 2

I. Přehled statistického hodnocení výsledků z r. 1963. Hodnocení průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi provedeno Duncanovým testem v úpravě Kramera (Weber 1961). Rozdíly mezi kombinacemi, které jsou podtrženy jednou přímkou, nejsou statisticky průkazné. Čísla udávají kombinace podle obr. 2

Odrůda	Počet zrn v klasu	Váha zrn v klasu	Váha 1000 zrn
Selekční hanácký (nižší hnojení)	<u>3 5 7 1 2 4 8 6 9</u>	<u>1 5 3 8 4 7 9 2 6</u>	<u>1 5 8 3 4 9 7 2 6</u>
Firlbecks Union (nižší hnojení)	<u>5 3 9 4 10 2 1 7 8 6</u>	<u>5 10 1 3 9 4 2 8 7 6</u>	<u>10 1 5 3 9 4 2 8 7 6</u>
Firlbecks Union (vyšší hnojení)	<u>5 3 1 4 2</u>	<u>1 5 3 4 2</u>	<u>1 3 5 4 2</u>
Valtický (vyšší hnojení)	<u>3 5 2 4 1</u>	<u>1 3 5 4 2</u>	<u>1 3 5 4 2</u>
Bezostaja	<u>1 3 5 4 10 2</u>	<u>1 3 5 10 4 2</u>	<u>10 1 3 5 4 2</u>
Fanal	<u>1 5 3 10 4 2</u>	<u>1 10 5 3 4 2</u>	<u>10 1 4 3 5 2</u>
Kaštická osinatka	<u>1 5 3 4 10 2</u>	<u>1 5 10 3 4 2</u>	<u>10 5 1 4 3 2</u>

6 a 8). Chtěli jsme zjistit, jestli asimiláty z odnoží s uštířnými listy, které tedy ztratily svá „odbytiště“, transportem do sousedních odnoží zvýší zde váhu zrna. Výsledky však uvedený předpoklad plně nepotvrdily. U většiny odrůd sice bylo stanoveno zvýšení váhy 1000 zrn, avšak váha zrn v jednom klasu a počet zrn vykázaly naopak určité snížení. Jde jen o poměrně malé rozdíly oproti kontrole, a proto by nebylo vhodné přijmout jednoznačný závěr. Důležitější však je si uvědomit, že uvedenou hypotézu o vzájemném vztahu mezi jednotlivými odnožemi nemůžeme odmítnout ani při vysloveně negativním výsledku tohoto pokusu. To znamená v případě, že odstranění části klasů z rostliny nezpůsobí zvýšení váhy zrna ve zbývajících klasech. Asimiláty z odnoží s uštířným klasek mohly být totiž využity jiným způsobem, např. při tvorbě nových odnoží. Je to tím pravděpodobnější, že sušinu v obilce není možno libovolně zvyšovat. Je-li zrno dostatečně zásobováno asimiláty z orgánů vlastní odnože, vytvoří obilku určité — maximální — velikosti, u níž nelze sledovat vliv dodatečného možného zdroje asimilátů. K obdobným závěrům došli již Engledow a Wadham (1924), kteří rovněž neprokázali zvýšení váhy zrna v klasu po uštíření klasů všech ostatních odnoží rostliny. Zdá se však, že toto není jediné možné vysvětlení. Moss (1962) totiž provedl zajímavou studii o intenzitě fotosyntézy rostliny po odstranění jejích zásobních orgánů. Měřením u rajčat zjistil, že po odstranění plodů došlo ke snížení intenzity fotosyntézy. Obdobné byly výsledky u kukuřice. Je možno tedy analogicky vyslovit hypotézu o snížení fotosyntézy listů a celého stébla po uštíření klasu.

V každém případě se jeví nanejvýš užitečným použití moderní metody radioaktivního ^{14}C ke stanovení transportu asimilátů, jak to ukazují např. práce Stoy (1963) a Birecka, Skupinska, Wojcieszka, Zinkiewicz (1963).

II. Vliv ustrižení jednotlivých listových čepelí nebo osin na průkazné snížení výnosových prvků vzhledem ke kontrole u odrůd jarního ječmene v r. 1963

Odrůda	Průkazné snížení měřených hodnot vzhledem ke kontrole											
	poslední dva listy			všechny listy			osiny			všechny listy a osiny		
	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
a) u jedné odnože ustriženy												
Selekční nižší hladina	—	—	+	—	+	+	—	+	+	—	+	+
Firlbecks nižší hladina	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+	+
Firlbecks vyšší hladina	—	+	+	—	+	+						
Valtický vyšší hladina	—	—	—	—	—	—						
b) u všech odnoží ustriženy												
Selekční nižší hladina	—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	+	+
Firlbecks nižší hladina	—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	+	+
Firlbecks vyšší hladina	+	+	+	+	+	+						
Valtický vyšší hladina	—	+	+	—	+	+						

+ = rozdíl je statisticky průkazný

— = rozdíl není průkazný

Stanovení absolutních hodnot podílu jednotlivých orgánů na tvorbu sušiny zrna bude zřejmě velmi obtížné a snad i částečně nereálné, jak bylo uvedeno již v úvodu této práce. Nejen naše výsledky, ale i literární údaje naznačují existenci velkých odrůdových rozdílů. Např. podle Boonstry (1937) se listové čepele podílejí na tvorbě zrna ozimé pšenice asi 25 %, zatím co Asana a Mani (1949) přímo udávají, že tato hodnota v závislosti na odrůdě kolísá od 20 do 40 %. Vedle toho se zde budou promítat i vlivy vnějších podmínek (Heuser a Boekholt 1930). Toto je potvrzeno i zajímavou prací Pattersona a sp. (1962), kteří zjistili příznivý vliv osin na výnos zrna u odrůd ozimé pšenice. Přitom klasy osinatých odrůd dávaly výrazně vyšší výnosy zrna, především v klimaticky příznivých letech. Proto se domnívám, že velké rozdíly v hodnotách podílu jednotlivých orgánů na tvorbě sušiny zrna v pracích jednotlivých autorů a vyplývajících i z našich výsledků je možno zdůvodnit následujícími vlivy:

III. Průkaznost rozdílu měřených hodnot při ustřížení jednotlivých orgánů u jedné odnože rostliny a při ustřížení těchže orgánů u všech odnoží odrůd jarního ječmene v r. 1963

+ rozdíl je statisticky průkazný, — není průkazný

Odrůda		Ustřížení u všech odnoží průkazně snížilo měřené hodnoty vzhledem k ustřížení u jedné odnože											
		ustříženy											
		poslední dva listy			všechny listy			osiny			všechny listy a osiny		
		počet zrn v kladu	váha zrn v kladu	váha 1000 zrn	počet zrn v kladu	váha zrn v kladu	váha 1000 zrn	počet zrn v kladu	váha zrn v kladu	váha 1000 zrn	počet zrn v kladu	váha zrn v kladu	váha 1000 zrn
Selekční	nižší	+	—	—	+	+	+	—	—	—	+	+	—
Firlbecks	nižší	+	+	+	+	+	+	—	+	+	—	—	—
Firlbecks	vyšší	+	+	+	+	+	+						
Valtický	vyšší	—	—	—	—	+	+						

1. Odrůdovými rozdíly v anatomické a morfologické stavbě rostliny a v intenzitě fyziologických procesů (velikost jednotlivých orgánů, intenzita fotosyntézy a dýchání, rychlost transportu asimilátů ap.).

2. Odrůdově rozdílnou reakcí na měnící se vnější podmínky (žádné uváděné výsledky nejsou zatím srovnatelné v tom smyslu, že by byly prováděny v konstantních podmínkách).

3. Odrůdově rozdílným stupněm kompenzace poraněných nebo ustřížených orgánů (většina měření byla získána zastíněním nebo defoliací).

Závěrem bychom chtěli ještě uvést výsledky práce Buttrose a jeho spolupracovníků (Buttrose 1956, 1962, Buttrose a May 1959, May a Buttrose 1959), které do jisté míry charakteristickým způsobem mohou dokumentovat uvedené názory. Tito autoři pracovali s třemi odrůdami šestiřadého ječmene. Odrůdy se lišily počtem osin u každého kvítku. Jedna odrůda byla zcela bez osin, druhá měla jednu osinu na každém kvítku a třetí pak 3 osiny na jednom kvítku. Na základě přímého měření fotosyntézy zjistili, že intenzita fotosyntézy klasů těchto 3 odrůd je v poměru 3 : 7 : 10, což v podstatě souhlasí s úhrnnou velikostí osin. Zastíněním klasů pak stanovili redukci váhy zrna u těchto odrůd. Naměřené snížení váhy zrna v kladu jednotlivých odrůd bylo však v poměru 9 : 23 : 18. To ukazuje naprostou nesrovnalost mezi přímým měřením fotosyntézy klasu a nepřímo vypočteným podílem klasu na tvorbě zrna. Na základě těchto a dalších svých pokusů pak autoři vyslovují hypotézu, že potenciální schopnost zásobování klasů asimiláty je u každého orgánu vyšší, než se aktuálně projevuje v daných podmínkách a za přítomnosti všech orgánů na rostlině. Při snížení nebo úplném vyloučení kteréhokoliv orgánu se pak může realizovat potenciální schopnost zbylých orgánů, čímž je celková bilance rostliny podstatně vykompenzována.

IV. Průkaznost rozdílu měřených hodnot při ustřížení všech listů vzhledem k ustřížení dvou horních listů odrůd jarního ječmene na nižší a vyšší hladině vyhnojení + rozdíl je statisticky průkazný, — není průkazný

Odrůda		Ustřížení všech listů průkazně snížilo měřené hodnoty vzhledem k ustřížení dvou horních (posledních) listů Ustřížení provedeno					
		u jedné odnože			u všech odnoží		
		počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
Selekční	nižší	—	—	—	—	+	+
Firlbecsk	nižší	—	—	—	—	—	—
Firlbecks	nižší	—	—	—	—	—	—
Valtický	vyšší	—	—	—	—	+	—

V. Stanovení průkaznosti rozdílu měřených hodnot mezi ustřížením všech listů a ustřížením osin. Vliv ustřížení osin na měřené hodnoty se průkazně lišil od vlivu ustřížení všech listů

+ rozdíl je statisticky průkazný, — není průkazný

Odrůda		Ustřížení provedeno					
		u jedné odnože			u všech odnoží		
		počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
Selekční	nižší hnojení	+	+	—	—	+	+
Firlbecks	nižší hnojení	—	—	—	—	—	—

VI. Stanovení průkazného zvýšení měřených hodnot vzhledem ke kontrole po ustřížení u poloviny odnoží

+ rozdíl je statisticky průkazný, — není průkazný

Odrůda	Průkazné zvýšení měřených hodnot vzhledem ke kontrole po ustřížení klasů u poloviny odnoží		
	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
Firlbecks Union nižší hnojení	—	—	+

Domníváme se, že tato hypotéza může být velmi užitečná. Je ovšem nyní zapotřebí dokázat ji přímými experimentálními výsledky.

Na jinou možnost, jak vysvětlit velké rozdíly v hodnotách redukce výnosu zrna u různých odrůd po ustřížení určitého listu, upozorňuje Stoy (1963). Domnívá se, že význam listu pro tvorbu sušiny zrna není určen jen jeho velikostí, tj. asimilační plochou, ale uvádí i řadu dalších hypotetických faktorů, které mohou určovat podíl příslušného listu na tvorbě výnosu zrna. Výše uvedené rozdíly ve výnosu zrna po provedené defoliaci u různých odrůd mohou být podle Stoye (1963) způsobeny:

1. odrůdovými rozdíly v intenzitě fotosyntézy na jednotku plochy listu;
2. dobou, po kterou je příslušný list schopen asimilovat CO_2 ;
3. rozdílnou rychlostí transportu asimilátů, tj. kapacitou vodivých drah jednotlivých odrůd;
4. množstvím asimilátů, které je prodýcháno během jejich transportu nebo dočasně uloženy;
5. v některých případech může mít transport minerálních živin, hlavně P a N větší důležitost než transport asimilátů;
6. samotný klas vytváří určité „přitažlivé síly“, jimiž může být do jisté míry i určen transport organických a minerálních látek z vegetativní části rostliny.

Přehled těchto faktorů zároveň přehledně ukazuje nejbližší závažné úkoly, které bude nutno studovat, budeme-li chtít získat úplnou představu o mechanismu tvorby výnosu zrna u jednotlivých odrůd obilovin.

Závěrem ještě několik slov k zhodnocení použité metodiky a jejím dalším možnostem v budoucnu.

Vedle závěrů uvedených výše potvrzují výsledky této práce znovu, že použití nepřímé metody studia funkce jednotlivých orgánů (defoliace) je dosti omezené. Výsledky dosažené tímto způsobem mají nesporně svou hodnotu (Boonstra 1937, Archbold 1942). Ovšem takto získanou základní a jistě často dosti schematickou představu je nyní nutno doplnit, zpřesnit a pak i objasnit mnohé nesrovnalosti. A zde již jsou možnosti tohoto metodického postupu zřejmě v podstatě vyčerpány. Proto je nutno přistoupit k přesnějším pokusům na intaktních rostlinách a pokud možno v reprodukovatelných podmínkách. Po stránce metodické jsou k tomu dnes již všechny předpoklady, neboť metodika měření asimilace CO_2 i distribuce asimilátů v regulovatelných podmínkách je dosti propracována (Gaasstra 1959, Stoy 1965 aj.). Využití těchto moderních metod již ukazuje dobré výsledky (Stoy 1965, Birecka, Skupinska, Bernstein 1964). Jednotlivé kvantitativní údaje jsou zpřesňovány, objevují se závažné údaje vztahu mezi jednotlivými orgány a jsou sledovány i zákonitosti působení jednotlivých faktorů vnějšího prostředí.

SOUHRN

V předložené práci byl sledován vliv ustřížení jednotlivých listových čepelí (dále jen listů) a osin u jedné i u všech odnoží rostliny na snížení počtu zrn a váhy zrn v klasu a váhy 1000 zrn. Ustřížení bylo provedeno v době kvetení u odrůd jarního ječmene a ozimé pšenice. Přehled pokusných variant r. 1962 a 1963 je patrný na obr. 1 a 2. Výsledky jsou uvedeny v grafech. Na základě

VII. Přehledné vyjádření vlivu ustřížení jednotlivých orgánů na složky výnosu + rozdíl je statisticky průkazný, — není průkazný

Odrůda	Průkazné snížení měřených hodnot vzhledem ke kontrole											
	u jedné odnože ustříženy						u všech odnoží ustříženy					
	poslední dva listy			všechny listy			poslední dva listy			všechny listy		
	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
Fanal	—	—	—	+	—	—	+	+	—	+	+	+
Kaštická osinatka	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bezostaja	+	+	—	+	—	—	+	+	+	+	+	+

statistického hodnocení (tab. I) byly sestaveny tabulky II až VII, které shrnují dosažené výsledky:

Ustřížení jednotlivých listů u odrůd jarního ječmene bylo provedeno v r. 1962 vždy jen u jedné odnože téže rostliny. Snížení měřených výnosových složek i při odstranění všech listů bylo poměrně malé. Nejvíce byla redukována váha 1000 zrn. V roce 1963 ustřížení horních dvou listů, všech listů nebo osin u jedné odnože téměř ve většině případů snížilo váhu 1000 zrn. Redukce výnosových prvků byla průkazně větší při ustřížení orgánů u všech odnoží vzhledem k ustřížení stejných orgánů jen u jedné odnože rostliny. To potvrzuje existenci vztahu mezi jednotlivými fertilitními odnožemi z hlediska tvorby a distribuce asimilátů do klasů. Tento vztah byl prokázán i v pokusné variantě č. 10, kde ustřížení klasů u poloviny odnoží vyvolalo zvýšení váhy 1000 zrn u druhé poloviny odnoží též rostlin. Kompenzace odstranění jednotlivých orgánů úpravou transportu asimilátů mezi jednotlivými odnožemi není u všech odrůd stejná. Podíl spodních listů na tvorbě sušiny zrna byl prokázán jen u odrůdy 'Selekcni hanácký'.

U ozimé pšenice bylo v r. 1962 snížení váhy 1000 zrn po provedení defoliace větší než u odrůd jarního ječmene. Ustřížení horního listu i všech listů v r. 1963 ve většině případů snižovalo výnos zrna. Při ustřížení jednoho i všech listů u všech odnoží rostliny byla redukována váha 1000 zrn, váha zrn v klasu i počet zrn v klasu. Ustřížení listů u všech odnoží téže rostliny snižovalo výnosové prvky průkazně více než ustřížení stejných listů jen u jedné odnože rostliny. Tyto výsledky znovu prokazují existenci vztahu mezi odnožemi téže rostliny, pokud se týče distribuce asimilátů. Obdobně jako u jarního ječmene bylo i u všech tří odrůd ozimé pšenice zjištěno zvýšení váhy 1000 zrn

Ustřížení u všech odnoží průkazně snížilo měřené hodnoty vzhledem k ustřížení u jedné odnože						Ustřížení všech listů průkazně snížilo měřené hodnoty vzhledem k ustřížení horních dvou listů						Průkazné zvýšení měřených hodnot vzhledem ke kontrolě po ustřížení klasů u poloviny odnoží		
ustříženy						ustřížení provedeno								
poslední dva listy			všechny listy			u jedné odnože			u všech odnoží					
počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn	počet zrn v klasu	váha zrn v klasu	váha 1000 zrn
+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+
-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+

v klasech těch rostlin, u nichž byly klasy z poloviny odnoží ustříženy. Existují významné odrůdové rozdíly v podílu jednotlivých orgánů na tvorbě sušiny zrna.

Na základě literárních údajů jsou hodnoceny dosažené výsledky. Diskutovány jsou především možné příčiny relativně malého snížení výnosu zrna i při úplném odstranění listových čepelí. Dokonalejší metodické postupy, jako přímé gazometrické měření a využití ^{14}C podstatně zpřesní naše dosavadní znalosti této problematiky.

Došlo dne 16. 3. 1966

Literatura

1. ARCHBOLD, H. K.: Physiological studies in plant nutrition. XIII. Experiments with barley on defoliation and shading of the ear in relation of sugar metabolism. = *Anna. Bot. N. S.* 6, 1942, s. 487-531. — 2. ASANA, R. D. - MANI, V. S.: Photosynthesis in the ears of five varieties of wheat. = „*Nature*“ 163, 1949, s. 450-451. — 3. BIRECKA, H. - SKUPINSKA, J. - BERNSTEIN, I.: Photosynthesis, translocation and accumulation of assimilates in cereals during grain development. V. Contribution of products of current photosynthesis after heading to the accumulation of organic compounds in the grain of barley. = „*Acta Soc. Bot. Polon.*“ 33, 1964, s. 601-618. — 4. BIRECKA, H. - SKUPINSKA, J. - WOJCIESKA, U. - ZINKIEWICZ, E.: Photosynthesis translocation and accumulation of assimilates in cereals during grain development. I. Investigations on spring barley and wheat by application of shading and defoliation technique. = „*Acta Soc. Bot. Polon.*“ 32, 1963, s. 435-461. — 5. BOONSTRA, A. E. H. R.: Der Einfluß der verschiedenen assimilierenden Teile auf den Samenertrag von Weizen. = *Ztschr. f. Pflanzenzüchtung* 21, 1937, s. 115-147. — 6. BUTTROSE, M. S.: Honours Thesis. University of Adelaide 1956. Ref. Buttrose, May 1959. — 7. BUTTROSE, M. S.: Physiology of cereal grain. III. Photosynthesis in the wheat ear during grain development. = „*Aust. J. biol. Sci.*“ 15, 1962, s. 611-618. — 8. BUTTROSE, M. S. - MAY, L. H.: Physiology of cereal grain. I. The source of carbon for the developing barley kernel. = „*Austral. J. Biol. Sci.*“ 12, 1959, s. 40-52. — 9. ENGLE-

DOW, F. L. - WADHAM, S. M.: Investigations on yield in the cereals Part II. = „J. agr. Sci.“ 14, 1924, s. 66-98. Ref. Boonstra 1937. — 10. GAASTRA, P.: Photosynthesis of crop plants as influenced by light, carbon dioxide, temperature and stomata diffusion resistance. = „Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen“ 59, 1959, s. 1-68. — 11. HEUSER, W. - BOEKHOLT, K.: Untersuchungen über den Einfluß von Blatt- und Ährenschäden auf die Komponenten des Einzelährenertrags. = „Fortschr. d. Landw.“ 5, 1930, s. 542-546. — 12. KRASOVSKAJA, I. V. - KUMAKOV, V. A.: Vzaimootnošenija glavnogo i bokovych pobegov jarovoj pšenicy. = „Trudy Instituta Fiziol. Rast. im. K. A. Timirjazeva“ 7 (2); 1951, s. 193-211. — 13. KRAVCOVA, B. E.: Issledovanie roli listjev otдельnych jarusov v formirovanii organov plodonosenija u jarovoj pšenicy. = „Doklady AN SSSR“ 115, 1957, s. 882-825. — 14. MAY, L. H. - BUTTROSE, M. S.: Physiology of cereal grain. II. Starch granule formation in the developing barley kernel. = „Aust. J. biol. Sci.“ 12, 1959, s. 146-159. — 15. MOSS, D. N.: Photosynthesis and barrenness. = „Crop Sci.“ 3: 1962, s. 366-367. — 16. NÁTR, L.: Tvorba výnosu kulturních rostlin, zejména obilovin. = „Studijní informace, řada Zákl. a pomocné vědy v zemědělství“, ÚVTI-MZLH, 7, 1965, s. 1-83. — 17. PATTERSON, F. L. - COMPTON, L. E. - CALLWELL, R. M. - SCHARRER, J. F.: Effects of awns on yield, test weight and kernel weight of soft red winter wheats. = „Crop Sci.“ 2, 1962, s. 199-200. — 18. PEŠÍK, J.: Výroční zpráva VÚO Kroměříž 1963. — 19. PŘIKRYL, K.: Výroční zpráva VÚO Kroměříž 1963. — 20. SCHWANITZ, F.: Das Ertragsproblem in entwicklungsphysiologischer Sicht. = „Der Züchter“ 30, 1960, s. 45-56. — 21. STALFELT, M. G.: Das Blatt und andere Assimilationsorgane. V: Ruhland V/2, 1960, s. 1-7. — 22. STICKLER, F. C. - PAULI, A. W.: Grain producing value of leaf sheaths in grain sorghum. = „Agron. J.“, 53, 1961, s. 352-353. — 23. STOY, V.: The translocation of C^{14} -labelled photosynthetic products from the leaf to the ear in wheat. = „Physiol. Plantarum“ 16, 1963, s. 851-866. — 24. STOY, V.: Photosynthesis, respiration, and carbohydrate accumulation in spring wheat in relation to yield. = „Physiol. Plantarum“ Suppl. IV, 1965, s. 1-125. — 25. THORNE, G. N.: Photosynthesis of lamina and sheath of barley leaves. = „Ann. Bot. N. S.“, 23, 1959, s. 365-370. — 26. VLACH, M.: Srovnávací odrůdové pokusy ozimých pšeníc. Výroční zpráva VÚO Kroměříž 1963. — 27. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1961.

Изучение образования урожая зерна у зерновых культур

III. Влияние обрезки листьев и остей на снижение элементов урожая у ярового ячменя и озимой пшеницы

В представленной работе изучалось влияние обрезки отдельных листовых пластинок (в дальнейшем тексте просто листьев) и остей на одном и на всех побегах растения на снижение числа зерен и веса зерен в колосе и веса 1000 зерен. Обрезка проводилась в период цветения у сортов ярового ячменя и озимой пшеницы. Обзор опытных вариантов в 1962 и 1963 гг. представлен на иллюстрациях 1 и 2. Результаты приведены в диаграммах. На основе статистической оценки (табл. I) были составлены таблицы II-VII, которые подытоживают полученные результаты:

Обрезка отдельных листьев у сортов ярового ячменя проводилась в 1962 г. всегда только на одном побеге каждого растения. Снижение всех измеряемых урожайных элементов даже при удалении всех листьев было сравнительно небольшое. Больше всего понизился вес 1000 зерен. В 1963 году обрезка верхних двух листьев, всех листьев или остей на одном побеге почти во всех случаях вызвала снижение веса 1000 зерен. Сокращение урожайных элементов было достоверно больше при обрезке органов на всех побегах в отличие от обрезки тех же органов только на одном побеге растения. Этот факт подтверждает существование зависимости между отдельными плодоносящими побегами с точки зрения образования и распределения ассимилятов в колосе. Эта зависимость была доказана и в опытном варианте № 10, где обрезка колосов на половине побегов вызвала повышение веса 1000 зерен на второй половине побегов тех же растений. Компенсация удаления отдельных органов путем изменения транспорта ассимилятов между отдельными побегами у всех сортов неодинакова. Доля участия нижних листьев в образовании сухого вещества зерна была доказана только у сорта 'Селекци ганаки'.

У озимой пшеницы в 1962 г. снижение веса 1000 зерен после обрезки листьев было больше, чем у сортов ярового ячменя. Обрезка верхнего листа и всех листьев в 1963 г. в большинстве случаев вызвала снижение урожая зерна. При обрезке одного и всех листьев

на всех побегах растения сократился вес 1000 зерен, вес зерен в колосе и число зерен в колосе. Обрезка листьев на всех побегах одного и того же растения сокращала урожайные факторы достоверно больше, чем обрезка тех же листьев только на одном побеге растения. Эти результаты снова подтверждают существование зависимости между побегами одного и того же растения, что касается распределения ассимилятов. Аналогично как у ярового ячменя было и у всех трех сортов озимой пшеницы установлено повышение веса 1000 зерен в колосках тех растений, у которых были на половине побегов обрезаны колосья. Существуют значительные сортовые различия в отношении участия отдельных органов в образовании сухого вещества зерна.

На основании данных литературы производится оценка достигнутых результатов. Обсуждаются прежде всего возможные причины относительно небольшого снижения урожая зерна даже при полном удалении листовых пластинок. Более совершенные методики, как напр., непосредственное газометрическое измерение и использование ^{14}C , значительно уточняют наши нынешние знания этой проблематики.

Текст к таблицам

- I. Обзор статистической оценки результатов 1963 г. Оценка достоверности между отдельными комбинациями произведена с помощью теста Дункана, модифицированного Крамером (Вебер 1961). Различия между комбинациями, которые подчеркнуты одной сплошной чертой, статистически недостоверны. Цифры указывают комбинации согласно рис. 2
- II. Влияние обрезки отдельных листовых пластинок или остей на достоверное снижение урожайных факторов в сравнении с контролем у сортов ярового ячменя в 1963 г. + разница статистически достоверна, — разница недостоверна
- III. Достоверность различия измеряемых величин при обрезке отдельных органов на одном побеге растения и при обрезке тех же органов на всех побегах сортов ярового ячменя в 1963 г. + разница статистически достоверна, — недостоверна
- IV. Достоверность различия измеряемых величин при обрезке всех листьев в сравнении с обрезкой двух верхних листьев сортов ярового ячменя при низком и высоком уровне удобрения. + разница статистически достоверна, — недостоверна
- V. Установление достоверности различия измеряемых величин между обрезкой всех листьев и обрезкой остей. + разница статистически достоверна, — недостоверна
- VI. Определение достоверного повышения измеряемых величин в сравнении с контролем после обрезки колосьев на половине побегов. + разница статистически достоверна, — недостоверна
- VII. Наглядное изображение влияния обрезки отдельных органов на компоненты урожая зерна на основании результатов опытов с сортами озимой пшеницы в 1963 г. + статистически достоверна, — недостоверна разница

Текст к иллюстрациям

1. Обзор комбинаций при изучении влияния обрезки отдельных листьев на снижение урожая зерна в 1962 г. 1 = контроль, оставлены все листья, 2 = обрезаны все зеленые листья, 3 = обрезан лишь первый верхний лист, 4 = обрезан лишь второй лист сверху, 5 = оставлен лишь первый верхний лист, 6 = оставлен лишь второй лист сверху, 7 = оставлены лишь первый и второй листья сверху, 8 = обрезаны первый и второй листья сверху
2. Обзор комбинаций при изучении влияния обрезки отдельных листьев и остей на снижение урожая зерна в 1963 г. 1 = контроль, 2 = все листья обрезаны на всех побегах растения, 3 = все листья обрезаны лишь на одном побеге растения, 4 = первый и второй листья сверху обрезаны на всех побегах растения, 5 = первый и второй листья сверху обрезаны только на одном побеге растения, 6 = все листья и ости обрезаны на всех побегах растения, 7 = все листья и ости обрезаны только на одном побеге растения, 8 = ости обрезаны на колосьях всех побегов растения, 9 = ости обрезаны на колосьях одного побега растения, 10 = обрезаны колосья на половине побегов растения
3. Влияние обрезки отдельных листьев на снижение урожая зерна у четырех сортов ярового ячменя в 1962 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 1
4. Влияние обрезки отдельных листьев на снижение урожая зерна у четырех сортов озимой пшеницы в 1962 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 1
5. Влияние обрезки отдельных листьев на снижение урожая зерна в среднем всех сортов ярового ячменя в 1962 г. и всех сортов озимой пшеницы в 1962 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 1

6. Влияние обрезки листьев и остей на снижение урожая зерна у двух сортов ярового ячменя в 1963 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 2
7. Влияние обрезки листьев на снижение урожая зерна у двух сортов ярового ячменя в 1963 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 2
8. Влияние обрезки отдельных листьев на снижение урожая зерна у трех сортов озимой пшеницы в 1963 г. Отдельные комбинации согласно илл. 2
9. Влияние обрезки всех листьев на одном и на всех побегах на снижение урожая зерна у семи сортов озимой пшеницы в 1963 г. Отдельные комбинации соответственно илл. 2

Study of the Formation of the Grain Yield of Cereals

III. The Influence of the Cutting-off of Leaves and Awns on the Reduction of the Yield Elements in Spring Barley and Winter Wheat

In the submitted work the influence of the cutting-off of leaf-blades (further only leaves) and of awns of one and of all tillers of the plant on the reducing of the number of grains and of the weight of the grains in the spike and of the weight of 1000 grains was observed. The cutting-off was performed with varieties of spring barley and winter wheat in the time of flowering. A survey of the experimental variants in the years 1962 and 1963 is given in figures 1 and 2. The results obtained are quoted in the diagrams. On the basis of a statistical evaluation (table I), tables II to VII were compiled, summing up the results obtained.

In 1962 the cutting-off of single leaves of the varieties of spring barley was always carried out with one tiller of the same plant only. The reduction of the measured yield components was relatively small even after all leaves had been removed. The greatest reduction was observed in the weight of 1000 grains. In the year 1963 the cutting off of the upper two leaves, of all leaves, or of awns of one tiller, reduced the weight of 1000 grains almost in a majority of cases. The reduction of yield elements was conclusively larger, if the organs were cut off from all tillers in relation to the cutting off of the same organs of one tiller of the plant only. This proves the existence of a relation between the single fertile tillers as far as the formation and distribution of assimilation products to the spikes is concerned. This relation was also proved in the experimental variant No 10, where the cutting off of the spikes from a half of the tillers caused, in the second half of the tillers of these plants, a weight increase of 1000 grains. The compensation for the removal of the single organs by means of an adjustment of the transport of products of assimilation between the single tillers is not the same in all varieties. A influence of the lower leaves in the formation of the dry matter of grain was proved only in the 'Seleční hanácký' ('Hanah selection') variety.

In the year 1962 the reduction of the weight of 1000 grains after defoliation of winter wheat was bigger than in spring barley varieties. In 1963 a cutting-off of the upper leaf and of all leaves reduced the grain yield in most cases. Cutting-off of one leaf or of all leaves of all tillers of the plant reduced the weight of 1000 grains, the weight of the grain in the spike, and the number of grains in the spike. The cutting-off of the leaves of all tillers of the same plant reduced the yield elements conclusively more than did the cutting-off of the same leaves of only one tiller of the plant. These results prove anew the existence of a relation between the tillers of the same plant, as far as the distribution of the assimilation products is concerned. Analogously to spring barley, in all three varieties of winter wheat a rising of the weight of 1000 grains in the spike was found in those plants where the spikes had been cut off from a half of the tillers. There are significant varietal differences in the share of the single organs in the forming of the dry matter of grain.

The results achieved are evaluated according to data in the literature; in the first place the possible causes of a relatively small reduction of the grain yield even in the case of a complete removal of leaf-blades are being discussed. More perfect methodical procedures, as are a direct gasometric measuring and the application of ^{14}C , will make our knowledge of these problems much more precise.

Text to the tables

- I. A survey of the statistical evaluation of the results obtained in 1963. Evaluation of the significance between the single combinations performed by means of the Duncan test, as modified by Kramer (Weber 1961). The differences between the combinations, which are underlined with a straight line, are not statistically significant. The numbers indicate the combinations according to fig. 2.
- II. The influence of the cutting-off of single leaf-blades or awns on the conclusive reduction of yield elements in relation to the control in varieties of spring barley in the year 1963. + the difference is statistically significant, — it is not significant.
- III. The significance of the difference in measured values in the case of a cutting-off of single organs of one tiller of the plant and with the cutting-off of these organs of all tillers of spring barley varieties in the year 1963. + the difference is statistically significant, — it is not significant.
- IV. The significance of the difference of the measured values in the case of a cutting-off of all leaves in relation to the cutting-off of the two upper leaves of spring barley varieties at a higher and lower level of fertilization. + the difference is statistically significant, — it is not significant.
- V. Determination of the significance of the measured differences between the cutting-off of all leaves and the cutting-off of awns. + the difference can be statistically proved, — it cannot be proved.
- VI. Determination of the significant increase of the measured values in relation to the control after the spikes had been cut off from a half of the tillers; + the difference can be statistically proved, — it cannot be proved.
- VII. A comprehensive expression of the influence of the cutting-off of single organs on the yield components of grain according to the results of the tests with winter wheat varieties carried out in 1963; + the difference can be statistically proved, — it cannot be proved.

Text to the figures

1. A survey of the combinations in a study of the influence of the cutting-off of single leaves on the reduction of the grain yield in 1962. 1 = control, all leaves left, 2 = all green leaves cut off, 3 = only the first upper leaf cut off, 4 = only the second upper leaf cut off, 5 = only the first upper leaf left, 6 = only the second upper leaf left, 7 = only the first and second upper leaves left, 8 = the first and second upper leaves cut off.
2. A survey of the combinations in a study of the influence of the cutting-off of single leaves and awns on the reduction of the grain yield in 1963. 1 = control, 2 = all leaves cut off of all tillers of the plant, 3 = all leaves cut off of one tiller of the plant only, 4 = the first and the second upper leaves cut off of all tillers of the plant, 5 = the first and second upper leaves cut off of one tiller of the plant only, 6 = all leaves and awns cut off of all tillers of the plant, 7 = all leaves and awns cut off of one tiller of the plant only, 8 = awns cut off of the spikes of all tillers of the plant, 9 = awns cut off of the spikes of one tiller of the plant, 10 = spikes cut off of a half of the tillers of the plant.
3. The influence of cutting-off of single leaves on the reduction of the grain yield of four varieties of spring barley in 1962. Single combinations according to figure 1
4. The influence of the cutting-off of single leaves on the grain yield of four varieties of winter wheat in 1962. The single combinations according to figure 1
5. The influence of the cutting-off of single leaves on the reduction of the grain yield in the mean taken from all spring barley varieties in 1962 and all winter wheat varieties in 1962. Single combinations according to figure 1
6. The influence of the cutting-off of leaves and awns on the reduction of the grain yield of two spring barley varieties in 1963. Single combinations according to figure 2
7. The influence of the cutting-off of leaves on the reduction of the grain yield of two spring barley varieties in 1963. Single combinations according to figure 2

8. The influence of the cutting-off of single leaves on the reduction of the grain yield of three winter wheat varieties in 1963.
Single combinations according to figure 2
9. The influence of the cutting-off of all leaves of one and of all tillers on the reduction of the grain yield of seven winter wheat varieties in 1963.
Single combinations according to figure 2

Adresa autora:

RNDr. Lubomír Nátr, CSc., Výzkumný ústav obilnářský, Kroměříž

■ Mohutný rozvoj průmyslu má kromě nesporné hospodářské důležitosti i zápornou stránku; je totiž zdrojem znečišťování ovzduší v bližším a širším okolí. Prakticky se negativní vlivy exhalátů projevují zvláště v zemědělské a lesní výrobě. Dochází ke snižování výnosů a popřípadě i k poškozování hospodářsky důležitých druhů rostlin. Těmto otázkám bylo již věnováno velmi mnoho pozornosti u nás i v zahraničí. Z velmi obsáhlé literatury uvádím jen některé novější souhrnné práce: Smíšek (1958), Mařan (1959), Blatný (1963), Berge (1963), Garber (1960) aj.

V souvislosti s výstavbou tepelných elektráren v blízkosti chmelařské oblasti byla věnována pozornost vlivu SO_2 na chmel, zvláště s ohledem na toleranci chmelové rostliny vůči SO_2 během individuálního vývoje (Fiala, Hautke 1962, Zattler, Chrometzka 1964).

V posledních letech se výzkum soustředil na poznání fyziologické a biochemické podstaty změn vyvolaných v metabolismu rostliny různými toxickými látkami z ovzduší, v první řadě kyslíčnickem siričitým.

V předložené práci jsou uvedeny výsledky studia změn některých fyziologických procesů u chmelové rostliny vyvolaných působením kyslíčnicku siričitého.

MATERIÁL A METODIKA

Veškerá sledování byla uskutečněna na rostlinách chmele typu 'Zatecký poloraný červeňák'. Rostliny chmele byly v různých fázích vývoje vystaveny ve speciálně upravených gazoinkubátorech vlivu SO_2 v proudící směsi se vzduchem. Pokusná aparatura a způsob aplikace SO_2 byly již popsány v předchozích pracích (Fiala, Hautke 1962).

Pozornost byla věnována studiu dynamiky vzniku příznaků poškození u listů chmele, a to při akutním působení vyšších koncentrací SO_2 , dále pak způsobu pronikání SO_2 do listu, ovlivnění dlouhivého růstu rostlin a plošného přírůstku listů a zvláště pak studiu změn v intenzitě fotosyntézy u rostlin v různém stupni poškozených. Rychlost vzniku příznaků poškození byla sledována u mladých rostlin chmele, u nichž byl v jednodenních intervalech zaznamenáván stav jednotlivých listů. U těchto rostlin byly mikroskopicky sledovány změny průduchového aparátu a stav poškozených pletiv na listech během fumigace a krátce po jejím ukončení. Bylo použito metody obtiskové (10% roztok Durakrylu v chloroformu) (Slavík 1965).

Dlouhivý růst mladých rostlinek chmele byl měřen v jednodenních intervalech po dobu 7 dní od ukončené fumigace. Sledované rostlinky byly rozděleny do 4 skupin podle stupně vyvolaného poškození.

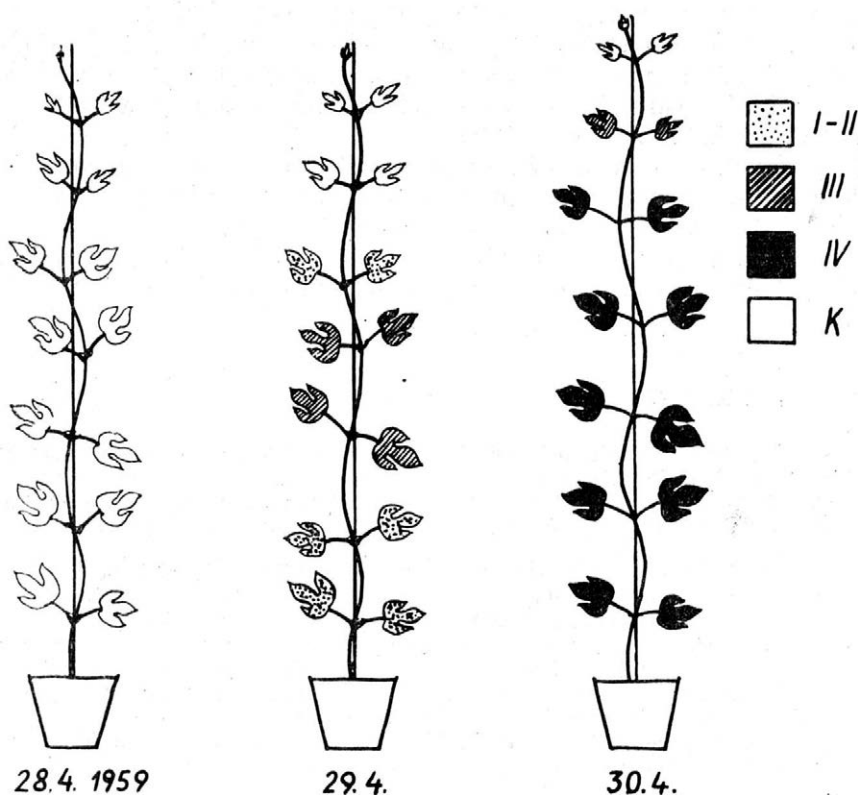
Paralelně byly metodou váhovou zjišťovány změny v plošném přírůstku listo-

vých čepelí rostlin v různém stupni poškozených. Kopie listů byly získány po jejich obstríknutí na papír fixírkou s 0,02% roztokem metylenové modři. Pro měření byly vybrány dvojice vstřícných listů stejně staré a vyvinuté jak u kontrolních, tak i u pokusných rostlin. Velikost plochy čepele listové byla takto změřena před začátkem fumigace a za 10 dní po jejím ukončení.

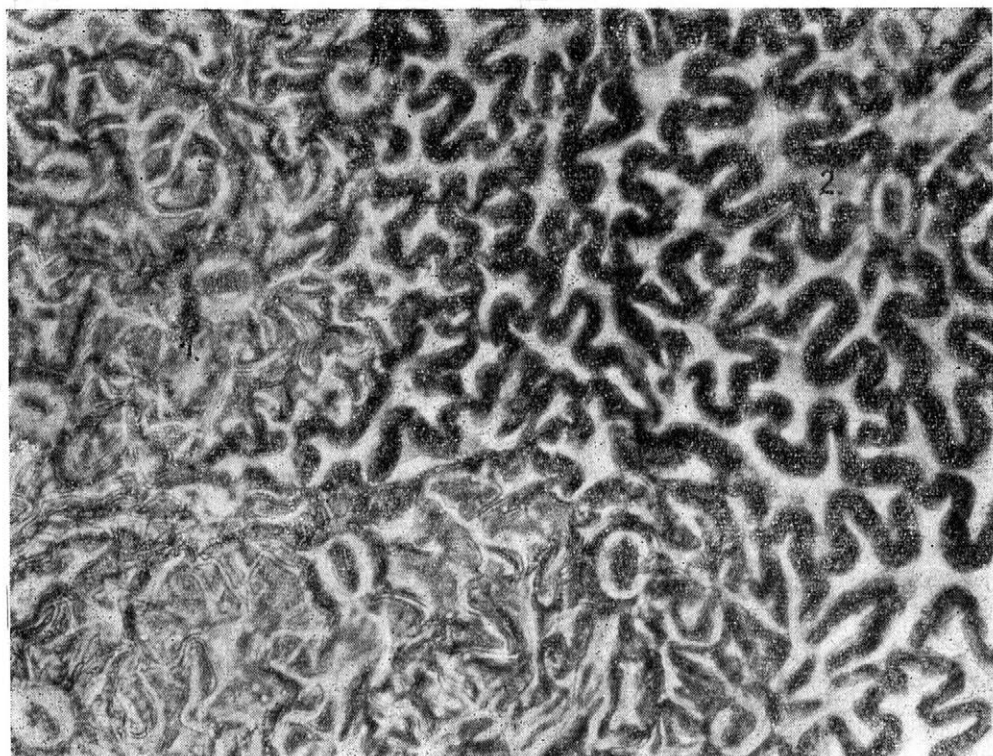
Intenzita fotosyntézy byla měřena gazometricky přístrojem podle Čatského a Slavíka (1960). Na listy chmele byly navlečeny ploché plexitové asimilační komůrky a ponechány po dobu expozice, tj. 10 minut. Paralelně byla zjišťována intenzita fotosyntézy vždy u dvou listů pokusných a dvou kontrolních. Výsledky byly vyjádřeny v mg spotřebovaného CO_2/dm^2 plochy listové za hodinu.

VÝSLEDKY

Dynamika vzniku poškození vegetativních orgánů: U mladých rostlinek vystavených vlivu vyšších koncentrací SO_2 , které vyvolají akutní poškození listů, bylo zjištěno, že nejvíce poškozeny jsou vždy listy již plně vyvinuté, zatímco mladší listy zůstávají jen s malými příznaky poškození, a to obvykle jen na špičkách laloků listových, kde se v důsledku usměrněného vodního proudu hromadí toxické látky (Kissner 1962). Není-li fumigace opakována, vyvíjejí se listy téměř normálně. Starší listy na rostlině bývají poškozovány zvláště na bázích čepele, kde se stýkají hlavní žilky. První příznaky poškození se objevily velice rychle, při působení koncentrace 3 mg



1. Dynamika vzniku příznaků poškození SO_2 u mladé rostlinky chmele. Stupeň poškození: I – začínající příznaky, II – slabé příznaky, III – střední poškození, IV – silné poškození

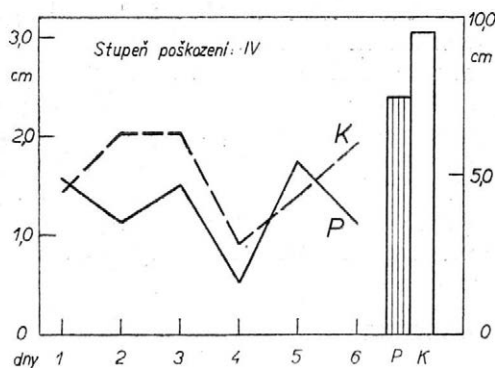


2. Rozhraní poškozené (1) a zdravé (2) spodní pokožky listu chmele. Poškozené průduchy široce „křečovité“ otevřeny. Obtisková metoda. Zvětšení 300×

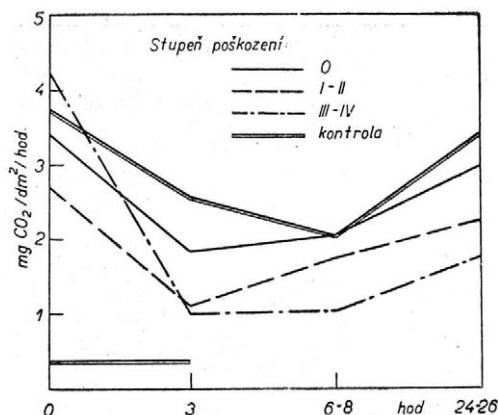
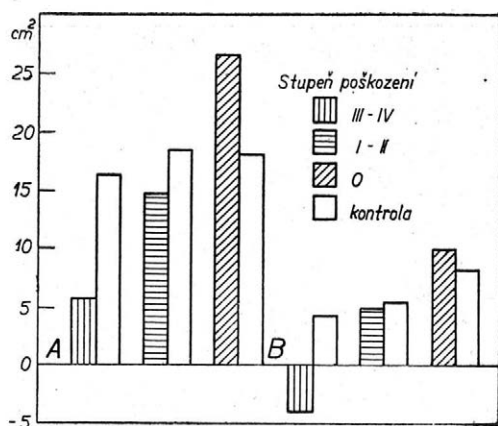
SO_2/m^3 již po 4 hodinách od počátku fumigace a v dalších dnech zesílily (obr. 1).

Skutečnost, že prakticky jedinou cestou pronikání SO_2 do listu jsou průduchy, byla již mnohokrát potvrzena. Mikroskopickým šetřením bylo zjištěno, že změny, ke kterým dochází u poškozených buněk na spodní straně listů po fumigaci kyslíčnickem siřičitým, jsou patrné ještě před vznikem výrazných lézí na čepeli listu. V těchto okresech je narušena činnost průduchů, zůstávají široce otevřeny na rozdíl od průduchů ve zdravé pokožce. Původně vypuklé pokožkové buňky se zploští a vyvýšeny nad ostatní pletivo zůstanou jen „křečovité“ otevřené průduchy. Uvedené změny byly patrné již za 2 až 3 hodiny právě na těch místech čepel, kde dojde později ke vzniku lézí (obr. 2).

Dlouhivý růst: U mladých silně poškozených rostlinek chmele



3. Dlouhivý růst chmele a součet přírůstků za 7 dní. P – pokus, K – kontrola



4. Plošný přírůstek listové čepele za 10 dní v závislosti na stupni poškození

5. Intenzita fotosyntézy (v mg CO₂/dm².h) v závislosti na stupni poškození listu a na čase; 0—3 hod. = délka fumigace SO₂

byly zjištěny největší výkyvy v intenzitě růstu hlavně v počátečním období po fumigaci kyslíčnickem siřičitým, a to zvláště v prvním a druhém dnu (obr. 3). Menší pokles růstu ve srovnání s kontrolou byl zaznamenán u rostlin poškozených středně až slabě. Nebyla-li fumigace opakována, doslo u méně poškozených rostlin po několika dnech opět k vyrovnání růstu ve srovnání s kontrolou.

Plošný růst listů: Velikost průměrných přírůstků čepele listové u mladých rostlinek chmele je zcela proporcionální stupni jejího poškození kyslíčnickem siřičitým. Při silném poškození listu se jeho růst značně oslabí, popř. zcela zastaví (obr. 4). Listy méně poškozené vykazovaly jen o málo menší přírůstky. Proto mladé rostlinky chmele vypěstované ze sádí, u nichž došlo k silnému poškození listové plochy, rostly zpočátku mnohem pomaleji než rostlinky kontrolní. Teprve po vytvoření nových listů se jejich růst normalizoval. U listů pokusných rostlin, které nebyly poškozeny SO₂, bylo zaznamenáno určité zvýšení přírůstků listové plochy ve srovnání s kontrolou, projevilo se tedy určité stimulační působení velmi nízkých podprahových koncentrací kyslíčnicku siřičitého.

Intenzita fotosyntézy: Bylo sledováno, k jakým změnám v intenzitě fotosyntézy dochází u pokusných kontrolních rostlin v důsledku fumigace kyslíčnickem siřičitým v určitých intervalech po ukončení fumigace ve srovnání s hodnotami počátečními. Jak je patrné z příslušného grafu (obr. 5), nastává největší pokles intenzity fotosyntézy u listů pokusných rostlin těsně po ukončení fumigace, načež následuje pozvolný vzestup. Největší pokles byl zaznamenán u listů středně až silně poškozených. Je zajímavé, že i v případě velmi slabého poškození nebo i u listů, u nichž ani později nevznikly patrné příznaky, nastal krátkodobý pokles intenzity fotosyntézy.

DISKUSE

Působením SO₂ dochází u rostlin k poměrně rychlým a výrazným změnám v jejich metabolismu. V první řadě je ovlivněna fotosyntéza a dýchání, což souvisí s narušením enzymatických procesů v protoplazmě. Jak potvrzuje řada

výsledků měření intenzity fotosyntézy u jehličin, dochází již velmi záhy po vystavení rostlin vlivu SO_2 k prudkému poklesu spotřeby CO_2 asimilačními orgány (Vogl 1964, Börtitz 1964). Listy chmele, které mají za normálních podmínek poměrně vysokou intenzitu fotosyntézy, reagují podobným způsobem. Bylo rovněž pozorováno, že po přerušení fumigace se asimilace opět postupně zvyšuje, a to tím více, čím méně jsou poškozeny asimilační orgány (obr. 3).

S poklesem intenzity fotosyntézy souvisí i omezení růstu listů, které byly vystaveny vlivu SO_2 , zatímco mladé, v té době dosud nevyvinuté listy se složenou čepelí pokračují v růstu prakticky normálně. Rostlinky chmele mají poměrně bohatou zásobu rezervních látek v podzemních orgánech, proto snížení dlouhivého růstu je menší, než by odpovídalo stupni poškození listové plochy. Ani u jednoletých rostlin, jsou-li vystaveny vlivu toxických plynů na začátku růstu, není stupeň poškození listové plochy proporcionální snížení růstu a výnosu (Haut 1961).

SOUHRN

Byla studována toxicita kysličníku siřičitého, zvláště s ohledem na jeho působení na některé životní procesy u chmele. Bylo zjištěno, že kysličník siřičitý ovlivňuje velmi rychle metabolismus rostliny. Příznaky akutního poškození na listech se objevují během několika hodin a mikroskopicky jsou v první řadě pozorovatelné změny na spodní pokožce. Deprese dlouhivého růstu i plošného přírůstku jsou proporcionální stupni poškození celé rostliny. U fotosyntézy je nápadný prudký pokles její intenzity velmi záhy po vystavení rostlin vlivu SO_2 .

Došlo dne 19. 4. 1967

Literatura

1. BERGE, H.: Phytotoxische Immissionen. Paul Parey, Berlin 1963. — 2. BLATTNÝ, C.: Některé poznatky o škodách způsobených rostlinám exhalacími průmyslu. = „Rostl. výroba“, 1963, č. 9, s. 194-208. — 3. BÖRTITZ, S.: Physiologische und biochemische Beiträge zur Rauchschadenforschung. = „Biol. Zentralblatt“, 1964, č. 83, s. 501-513. — 4. ČATSKÝ, J. - SLAVÍK, B.: Polevoj pribor dlja opredelenija intenzivnosti fotosinteza. = „Biol. plantarum“, 1960, č. 2, s. 107-112. — 5. FIALA, V. - HAUTKE, P.: Studium škodlivosti kysličníku siřičitého na chmel a jiné kulturní rostliny. = „Rostl. výroba“, 1962, č. 8, s. 1043-1052. — 6. GARBER, K.: Neuere Literatur über Rauch-, Staub- und Abgasschäden. = „Angew. Botanik“, 1960, č. 34, s. 65-103. — 7. HAUT, A.: Die Analyse von Schwefeldioxidwirkungen auf Pflanzen im Laboratoriumsversuch. = „Staub“, 1961, č. 21, s. 52-56. — 8. KISSER, J. - BERGMANN-LENHNERT, I. - HALBWACHS, G.: Physiologische Ursachen charakteristischer Rauchschädigungssymptome. = „Wiss. Zeitschr. der Techn. Univ. Dresden“, 1962, č. 11, s. 553-559. — 9. MAŘAN, B.: Škody způsobené zemědělství exhalacími a popílkem. = „Rostl. výroba“, 1959, č. 5, s. 1347-1366. — 10. SLAVÍK, B.: Metody studia vodního provozu rostlin. ČAV, Praha 1965. — 11. SMÍŠEK, M.: Kouřové škody v rostlinné výrobě. = „Přehled zahran. zeměd. literatury“, 1958, č. 5, s. 577-582. — 12. VOGL, M.: Physiologische Beiträge zur Rauchschadenforschung. 2. Mitteilung. = „Biol. Zentralblatt“, 1964, č. 83, s. 587-594. — 13. ZÄTTLER, F. - CHROMETZKA, P.: Untersuchungen über die Empfindlichkeit des Hopfens gegen Schwefeldioxyd. = „Hopfen-Rundschau“, 1964, č. 15, s. 25-34.

К вопросу изучения действия SO_2 на некоторые физиологические процессы у растений хмеля

Определялась токсичность сернистого ангидрида, в особенности с учетом его действия на некоторые жизненные процессы у хмеля. Было установлено, что сернистый ангидрид действует на метаболизм растений очень быстро. Признаки острого повреждения листьев появляются в течение нескольких часов, а микроскопически в первую очередь наблюдаются изменения на нижней эпидермисе. Депрессия роста в длину и прироста площади пластинки листьев пропорциональна степени повреждения всего растения. У фотосинтеза заметно резкое понижение его интенсивности очень скоро после того, как растение было подвержено действию сернистого ангидрида на растение.

Текст к рисункам

1. Динамика появления признаков повреждения SO_2 у молодого растения хмеля. Степень повреждения: I — начальные признаки, II — слабые признаки, III — среднее повреждение, IV — сильное повреждение
2. Предел поврежденной (1) и здоровой (2) нижней эпидермисы листьев хмеля. Поврежденные устьица широко «судорожно» раскрыты. Метод отпечатков, 300-кратное увеличение
3. Рост хмеля в длину и сумма приростов за 7 дней. О — опыт, К — контроль
4. Прирост площади пластинки листа за 10 дней в зависимости от степени повреждения
5. Интенсивность фотосинтеза (в $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{час}$) в зависимости от степени повреждения листа и от времени. 0—3 час = продолжительности фумигации SO_2

A Contribution to the Study on the Effect of SO_2 on some Physiological Processes in the Hop Plant

The toxicity of SO_2 has been studied, especially with the respect to its effect on the life-processes in the hop plant. It has been found that SO_2 very soon affects the metabolism of the plant. The symptoms of the acute injury on the leaves appear in a few hours and under microscopical observation, first of all, changes are evident in the bottom epiderm. The depression of the prolonging and areal (surface) growth are proportional to the degree of the injury of the whole plant. The severe drop of the intensity of photosynthesis is striking very soon after the plant to the influence of SO_2 .

Text to the figures

1. The dynamic phases of the initiation of the SO_2 injury symptoms on the young hop plants. The degree of injury: I — Symptoms of the initiating damage, II — symptoms of weak injury, III — average injury, IV — severe injury
2. The dividing-line of the damaged (1) and healthy part of the hop plant leaves bottom epiderm. The damaged stomata are widely "convulsively" opened. By the microrelief copy method, enlarged 300 times
3. Elongation growth of the hop plant and the total of increases for 7 days. P — the trial, K — the check up
4. Areal growth-increase of the leaf blade during a 10-day period in dependence on the degree of injury
5. The photosynthesis intensity (in $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{hr.}$) in dependence on the degree of leaf injury and time. 0 — 3 hr. = length of SO_2 fumigation

Adresa autora:

Ing. V. Fiala, CSc., Vysoká škola zemědělská, katedra biologie, České Budějovice, ul. F. Šrámka 15

ODRŮDOVÉ ROZDÍLY V OSMOTICKÝCH HODNOTÁCH BRAMBOR PĚSTOVANÝCH ZA SNÍŽENÉ PŮDNÍ VLHKOSTI

■ Brambory jsou na půdní vláhu velmi náročné a během vegetace jí potřebují poměrně značné množství. V oblastech, kde je málo srážek v době, kdy brambory nejintenzivněji rostou, je snaha pěstovat takové odrůdy, které si buď dovedou vodu z půdy opatřit i při její snížené vlhkosti, nebo s ní lépe hospodaří. V různých případech tohoto druhu se odrůdy, které vykazují takové vlastnosti, označují jako suchovzdorné. Suchovzdornost projevující se schopností bramborů růst a produkovat sušinu za podmínek snížené půdní vlhkosti může být vyvolána jejich různými vlastnostmi morfológickými, fyziologickými i biochemickými. Struktura komplexního znaku suchovzdornosti (z jakých dílčích znaků je složena a které jsou rozhodující) je u bramborů poměrně málo známa. Vychází se zde nejčastěji z empirického hodnocení odrůd při jejich praktickém pěstování (Jermoljev 1948, Bukasov, Kameraz 1952). Tyto zkušenosti však nestačí pro cílevědomé šlechtění nových odrůd, vyznačujících se určitým typem vzduchovzdornosti. Proto se v poslední době také u bramborů, podobně jako u mnoha jiných kulturních rostlin, věnuje zvýšená pozornost studiu jejich vodního režimu.

V laboratoři fyziologie rostlin VÚB v Havlíčkově Brodě byl výzkum v poslední době orientován tímto směrem. Tvorbu kořenového systému pod vlivem snížené půdní vlhkosti a některé pěstitelské zásahy studovali Hruška, Majorová, Nohejl (1959). Růstové a výnosové reakce za podmínek řízené půdní vlhkosti sledoval Nečas (1962a). Některé rysy vodního režimu bramborů, vyplývající z měření osmotických hodnot ve šťávě vylisované z rostlin, jsou hodnoceny v pracích Nečas (1962b), Nečas (1960, 1964), Nečas (1965a, 1965b) a Zrůst, Nečas (1966). Vliv snížené půdní vlhkosti na asimilační produktivitu bramborů byl rovněž orientačně studován a dílčí výsledky jsou v práci Nečas (1965c).

Z nemnohých dosud publikovaných prací o suchovzdornosti některých odrůd bramborů, jak jsou citovány v monografiích Burton (1948), Bukasov, Kameraz (1952), Kappert, Rudolf (1956), Schick, Klinkowski (1961) aj. a souborné pojednání Nečase (1964), vyplývá, že u bramborů, podobně jako u jiných rostlin, mohou existovat různé typy suchovzdornosti. Může to být suchovzdornost vyhraněného typu, určená převážně jedním nebo několika málo dílčími znaky, které se týkají vodního režimu, nebo suchovzdornost univerzálního typu, daná složitou souhrou mnoha znaků a vlastností, skládajících členitou strukturu tohoto komplexního znaku.

V této práci je věnována pozornost odrůdovým rozdílům v osmotických hodnotách buněčné šťávy za podmínek snížené půdní vlhkosti. Pro tuto metodicky poměrně náročnou práci mohlo být použito pouze metod použitelných v sériových rozbořech a nevyžadujících složitých aparatur. Jejich hodnocení, týkající se vhodnosti pro tuto práci, je podáno v pracích Nečas (1960, 1964), Nečas (1965a, 1965b).

MATERIÁL

Ve skleníkovém pokusu s řízenou závlahou byly pěstovány odrůdy: raná 'Rajka', poloraná 'Kardinál' a pozdní 'Blaník'. V polním pokusu s přirozenou závlahou byly následující trojice odrůd podle délky vegetační doby: rané 'Jara', 'Ambra', 'Bintje'; polorané 'Kardinál', 'Krasava', 'Mirka'; polopozdní a pozdní 'Aquila', 'Karmen', 'Blaník'. Sadba pro pokusy byla zajišťována ve vyšších šlechtitelských hodnotách (V_1 pro skleníkové pokusy a V_2 pro polní pokusy), aby se zmenšilo nebezpečí výskytu viróz. Sadba byla tříděna na velikost 90 ± 5 g. Vysazována byla předklíčená na světle ve skleníku při teplotě $8-15^\circ\text{C}$ po dobu 5 týdnů.

METODIKA

Skleníkové pokusy byly vysazovány do emailovaných vegetačních nádob pro brambory, do kompostové země, která vykazovala maximální kapilární kapacitu podle Nováka (Klika, Gregor, Novák aj. 1954) v roce 1962 – 40,3 % a v roce 1963 – 43,2 %. K ní byla vztahována relativní půdní vlhkost. Relativní půdní vlhkost v jednotlivých variantách pokusu byla udržována zálivkou podle schématu pokusu. Její pokles byl měřen vážením celých nádob s rostlinami. Jejich růst, který zde ruší správné stanovení, byl brán v úvahu podle rostlin odebíraných k rozborům. Intervaly mezi zálivkami se určovaly podle intenzity evapotranspirace, odhadované podle dříve ověřované závislosti (Nečas 1964) na počasí. Větší kvanta zálivky byla dávana kropenkou, malá kvanta půdní injekční stříkačkou.

Schéma pokusu:

Kontrolní varianty byly zalévány na úroveň:

$K_1 = 35\%$ relativní půdní vlhkosti po celou vegetaci;

$K_2 = 70\%$ relativní půdní vlhkosti po celou vegetaci.

Pokusné varianty byly zalévány na úroveň:

$V_1 = 35\%$ relativní půdní vlhkosti od vsazení do vytvoření okem patrných poupat a potom až do konce vegetace 70% relativní půdní vlhkosti;

$V_2 = 70\%$ relativní půdní vlhkosti od vsazení do vytvoření okem patrných poupat, potom až do odkvětu 35% relativní půdní vlhkosti a po odkvětu až do konce vegetace opět 70% relativní půdní vlhkosti;

$V_3 = 70\%$ relativní půdní vlhkosti od vsazení až do odkvětu a potom 35% relativní půdní vlhkosti až do konce vegetace.

Ve variantách, kde byl pokus zahajován se sníženou půdní vlhkostí, byla předsušená půda mísená s půdou o známé vlhkosti podle směšovacího pravidla.

Pro měření osmotických hodnot ve šťávě vyliisované z jednotlivých nadzemních orgánů bramborových rostlin byly brány v roce 1962 v pravidelných týdenních intervalech současně tři rostliny a počítána pro ně průměrná hodnota. V roce 1963 byla odebírána vždy pouze jedna rostlina, aby se získalo z omezeného rozsahu pokusu více za sebou jdoucích informačních hodnot, když bylo znovu ověřeno, že individuální variabilita těchto hodnot nepřekračuje již dříve známé rozmezí (tab. I). Odběry rostlin pro laboratorní rozbor byly prováděny vždy ve shodnou denní dobu od 10 do 14 hodin.

I. Variabilita celkových a hlavních dílčích osmotických hodnot v souboru 20 rostlin odrůdy 'Ambra'

	Celková osmotická hodnota atm.	Osmotická hodnota elektrolytů atm.	Osmotická hodnota redukujících monosacharidů atm.
$\bar{x}$	7,46	6,16	1,39
$s_{\bar{x}}$	0,08	0,09	0,04
s_x	0,39	0,42	0,14

Polní pokusy byly vysazovány do dvěstěhlízových parcelek bez opakování na pozemku v bezprostřední blízkosti laboratoře. Měly běžnou agrotechniku bramborářských polních pokusů s vyloučením postřiků proti plísni bramborové a mandelince. Půdní vlhkost v polních pokusech nebyla ani řízena, ani sledována.

Pro měření osmotických hodnot v buněčné šťávě z jednotlivých nadzemních orgánů rostlin z polního pokusu byly odebírány současně dvě rostliny od každé odrůdy a průměr z nich byl počítán tehdy, jestliže obě nevybočovaly z rozmezí dříve zjištěné individuální variability. Jinak byla brána v ojedinělých případech pouze hodnota pravděpodobnější. Odběry byly prováděny v roce 1961 a 1962 pouze jednou za den v době mezi 10. až 14. hodinou, v roce 1963 dvakrát za den — dopoledne (mezi 9. až 11. hodinou) a odpoledne (mezi 13. až 15. hodinou). V roce 1961 a 1962 byly rostliny pro laboratorní rozborů odebírány pouze jednou týdně, kdežto v roce 1963 v několika kratších časových úsecích denně, a to v obdobích změn úrovně půdní vlhkosti v příslušné variantě.

Laboratorní zpracování odebraných rostlin probíhalo současně a bezprostředně po jejich odběru z pokusu. Nejprve byly rozdělány podle orgánů a z nich pak hromadně vylišována šťáva strojkem na ovoce, seřízeným na konstantní, maximálně možný tlak. Promíchaná vylišovaná šťáva, nalitá do zkumavek, byla rychle povařena na vroucí vodní lázni a odstředěna. Uchovávána pak byla až do ukončení bezprostředně následujících rozborů v lednici při 0 °C.

Celkové osmotické hodnoty byly měřeny v kryoskopu upraveném z vhodné termosky. Snížení bodu tuhnutí měřené šťávy bylo odečítáno za stálého míchání na teploměru se setinovým dělením a s nulovou hodnotou, korigovanou na bod tuhnutí destilované vody ze skleněného destilačního přístroje. Podíl iontově rozpustných látek na vytváření celkových osmotických hodnot byl určován z měření konduktometrických. Měreno bylo Šanderovým konduktoměrem s mechanickou ručkovou indikací. Aby vyhovovala jeho stupnice, byla původní šťáva ředěna destilovanou vodou v poměru 1:5. Koncentrace iontově rozpustných látek podle vodivosti byla vyjadřována v ekvivalentní koncentraci KCl. Druhá hlavní složka celkových osmotických hodnot buněčné šťávy bramborových rostlin, rozpustné látky, které redukují Fehlingův roztok, byly stanoveny Bertrandovou metodou. Jejich kvantita byla převáděna na ekvivalentní roztok glukózy podle kalibračního grafu odpovídajícího rozsahu, při manganometrické titraci glukózy 0,1 n KMnO₄. Tyto dvě hlavní dílčí složky vytvářejí téměř celé osmotické hodnoty buněčné šťávy bramborů (viz Nečas 1962, 1964, 1965a, 1965b).

Převod takto naměřených hodnot na srovnatelné, sobě odpovídající osmotické tlaky v atmosférách byl proveden s pomocí tabulek Waltera (1936).

V podstatě byla metodika této práce založena na práci Slavíka (1955) a modifikována pro brambory (Nečas 1960, 1964) za daných podmínek.

Rozsah práce nedovoloval takový počet individuálních rozborů od srovnávaných odrůd v jednotlivých variantách pokusů, aby bylo možné statistické vyhodnocení každého odběru. Vycházelo se proto v hodnocení výsledků převážně z grafického srovnávání průběhu hodnot za celou vegetaci.

VÝSLEDKY A JEJICH HODNOCENÍ

Hodnocení metodiky. Jak ukazují výsledky z hodnocení rozsáhlejšího souboru jednotlivých trsů od jedné odrůdy, není individuální rozptyl celkových osmotických hodnot u normálních, zdravých jedinců v souboru příliš velký. Je možno říci na základě tohoto srovnání, že i jednotlivé rostliny různých odrůd, popřípadě z různých variant mohou dát při současném jejich odběru v delším časovém úseku orientační informaci o úrovni osmotických hodnot ve srovnávaných variantách, popřípadě odrůdách za shodných podmínek. Ovšem pro případy, kdy je třeba bezpečněji určit rozdíly v jednom momentě, popřípadě rozdíly poměrně malé, musí vždy být zpracován odpovídající soubor jedinců, zabezpečují spolehlivou průměrnou hodnotu. V této práci, poněvadž šlo o první orientační informace o odrůdových rozdílech a možnosti jejich zjištění za přírodních a částečně řízených podmínek ve skleníku a nikoliv o bezpečné odlišení odrůd v jednotlivých datech odběru, byl položen větší důraz na celkový rozsah pokusu než na spolehlivost jednotlivých hodnot.

II. Analýza variance dílčích osmotických hodnot elektrolytů ve šťávě vylisované z listů brambor ze skleníkového pokusu v roce 1962

Proměnlivost způsobena	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
a) varianty K_1, V_1					
odrůdami	2	48 210	24 105	5,96*	63,6
daty	5	506 515	101 303	25,07**	
variantami	1	20 069	20 069	4,96*	
odrůdy $\times$ data	10	162 185	16 218	4,01*	
varianty $\times$ data	5	49 860	9 972	2,46	
odrůdy $\times$ var.	2	10 674	5 337	1,32	
nekon. vlivy	10	40 416	4 041		
Celkem	35	837 929			
b) varianty K_2, V_2, V_3					
odrůdami	2	53 292	26 646	42,94**	24,90
daty	5	137 816	27 563	44,42**	
variantami	2	8 749	4 374	7,05**	
odrůdy $\times$ data	10	31 186	3 118	5,02**	
varianty $\times$ data	10	66 289	6 628	10,68**	
odrůdy $\times$ var.	4	7 747	1 936	3,12*	
nekon. vlivy	20	12 409	620		
Celkem	53	317 488			

III. Analýza variance dílčích osmotických hodnot elektrolytů ve šťávě vylisované ze stonků brambor z polního pokusu v roce 1962

Proměnlivost způsobena	N	$S(x - \bar{x})^2$	V	F	s
odrůdami	8	105 050	13 131,25	42,83**	17,5
daty	6	85 044	14 174,00	46,23**	
nekon. vlivy	48	14 715	306,56		
Celkem	62	204 809			

Nedostatkem těchto pokusů bylo, že počet odrůd ve skleníkovém pokusu s řízenou půdní vlhkostí byl minimální. Byly voleny spíše s ohledem na délku vegetační doby, ale o jejich vodním režimu, popřípadě o jejich suchovzdornosti nebylo téměř nic známo. Schéma pokusu ve skleníku bylo proto zvoleno tak,

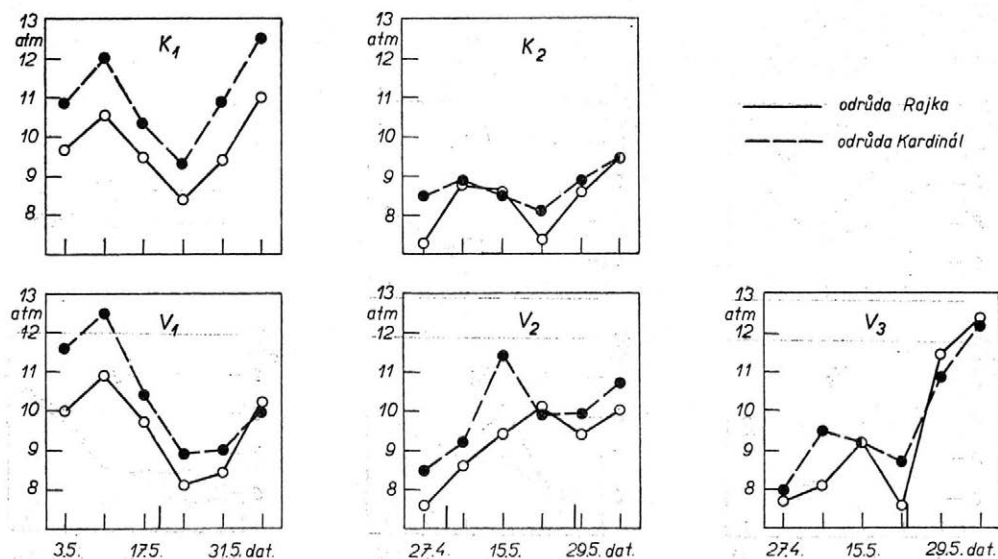
aby bylo možno postihnout i případnou rozdílnost, jejíž projev by byl vázán na změnu půdní vlhkosti v určitém úseku vegetace.

Metoda stanovení celkových a současně i podstatných dílčích osmotických hodnot ve šťávě z více orgánů rostliny je natolik pracná a časově náročná, že přezkoušení širšího sortimentu nebylo možné. Nelze tedy uvažovat, vzhledem k metodice, o obecnější platnosti výsledků získaných v této práci.

K alespoň hrubému posouzení variability hodnot naměřených jak ve skleníkových, tak v polních pokusech, uvádíme jednoduché analýzy variance (tab. II a III), ze kterých vyplývá vzájemný poměr hlavních složek celkové variability dílčích osmotických hodnot vytvářených elektrolyty, které jsou v celkových osmotických hodnotách určující. Z jejich srovnání je možno si vytvořit obraz o relativní významnosti vlivu hodnocených faktorů, zejména odrůdového, který zde byl především sledován. Nejrušivěji se v jeho projevu uplatnila variabilita vyvolaná změnami v působení klimatických faktorů. Potřebná eliminace tohoto rušivého faktoru je možná dvojím způsobem. Buď při stávajícím rozsahu pokusu zlepšit klimatizaci, nebo v daných podmínkách dostatečně rozšířit pokus. Obě cesty nám byly nedostupné. Nicméně i takto přisuzují analýzy variance odrůdové složce celkové variability postačující významnost. Také interakční složku, vyjadřující odrůdové rozdílnou reakci odrůd v měnících se podmínkách, je možno považovat za významnou. Přesnější její prokázání by však vyžadovalo rozsáhlejší a přesnější pokus.

Hodnocení vlastních výsledků.

Ve skleníkovém pokusu s řízenou závlahou se ukázalo, že u některých odrůd bramborů v podmínkách snížené půdní vlhkosti se zvyšují osmotické hodnoty ve šťávě v pletivech z jejich jednotlivých orgánů více než u jiných. V podmínkách půdní vlhkosti varianty K₂, které jsou blízké podmínkám optimálním (65 % až 75 % — Nečas 1962a), jsou tyto odrůdové rozdíly mi-

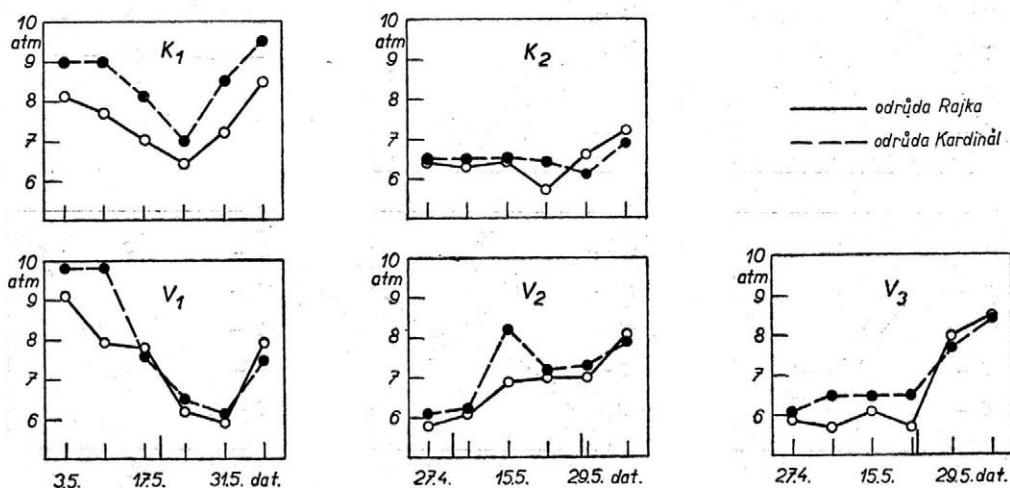


1. Vegetační průběhu celkových osmotických hodnot v listech rostlin z jednotlivých variant skleníkového pokusu v roce 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách

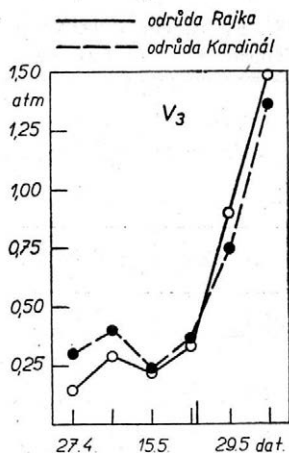
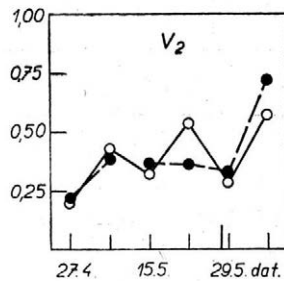
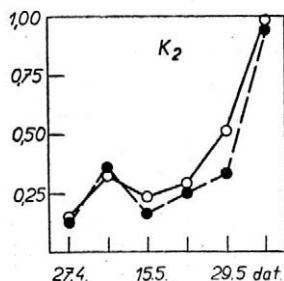
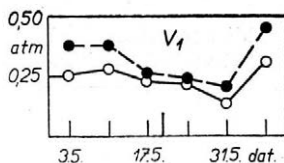
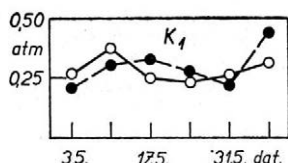
nimální v rámci trojice odrůd, se kterou jsme pracovali v těchto pokusech. Je to vidět ze srovnání vegetačních průběhů celkových osmotických hodnot ve šťávě z listů rostlin z obou kontrolních variant pokusu (K_1 a K_2) na grafu č. 1. Potvrdilo se to vcelku i v pokusných variantách přesto, že zde uváděné průběhy naměřených celkových osmotických hodnot v listech nejsou v průběhu celé vegetace pro jednotlivé odrůdy tak jasně odlišné. Je to pochopitelné, neboť se v pokusu dále střídala období značně vyšších a nižších úrovní půdních vlhkostí. Reakce na tyto záměrně měněné podmínky závlahy jsou zesilovány nebo zeslabovány interferencí s náhodně se měnícími podmínkami klimatickými (jen málo řízenými v neklimatizovaném skleníku). V přesnějších pokusech (většího rozsahu a v lépe klimatizovaném prostředí) je však možno očekávat, jak tomu nasvědčují již tyto orientační výsledky, že by rozdíly v těchto reakcích vynikly u jednotlivých odrůd daleko zřetelněji.

Nejzřetelnější rozdíl je mezi odrůdami 'Rajka' a 'Kardinál' ve variantě K_1 , tedy za podmínek trvale snížené půdní vlhkosti. Proto jsou dále uváděny v tabulkách i grafech pouze hodnoty u těchto dvou odrůd. Při srovnání všech tří odrůd v průměrné výši celkových osmotických hodnot v listech za těchto podmínek jsme dostali toto pořadí: 1. 'Kardinál', 2. 'Blaník', 3. 'Rajka'.

Odrůdová rozdílnost celkových i dílčích osmotických hodnot se někdy také projevuje v jejich vegetačním trendu, pokud není tento trend kompenzován jiným protisměrně působícím vlivem, jak je to patrné na průběhových vegetačních grafech pro listy rostlin z K_2 v roce 1963 i z posunutých variant (nejvýrazněji z V_3 v roce 1962). Je třeba ovšem v této souvislosti vzít v úvahu, že jsou srovnávány ve shodných časových úsecích odrůdy s různě dlouhou vegetační dobou. Mimoto, jak již bylo zjištěno dříve, vegetační trendy mohou být rozdílné také u hlavních dílčích osmotických hodnot (působených elektrolyty a redukujícími látkami — Nečas 1965a, 1965b) a mohou být také rozdílné v jednotlivých orgánech. Proto tak výrazný projev vegetačního trendu směrem k vyšším hodnotám ke konci vegetace, jak se jeví právě u varianty V_3 v roce 1962, se neopakuje vždy, ale pouze v odpovídajících podmínkách. Přesvědčuje o tom srovnání výsledků z obou zde srovnávaných let a také z roku 1961 u odrůdy 'Kardinál' (Nečas 1965b).



2. Vegetační průběhy osmotických hodnot elektrolytů v listech rostlin z jednotlivých variant skleníkového pokusu v roce 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách.



3. Vegetační průběhy osmotických hodnot látek redukujících Fehlingův roztok v listech rostlin z jednotlivých variant skleníkového pokusu v roce 1962. Na ose x vyznačeny změny úrovně půdní vlhkosti v pokusných variantách.

Odrůdová rozdílnost v celkových osmotických hodnotách vyžaduje pro další rozbor také posouzení rozdílnosti v jejich hlavních (určujících) dílčích složkách, tj. v osmotických hodnotách odpovídajících koncentraci elektrolytů a redukujících látek. Srovnáme-li vegetační průběhy osmotických hodnot v jednotlivých variantách skleníkového pokusu, vytvářených elektrolyty (graf 2) a rozpustitelnými látkami, které redukují Fehlingův roztok (graf 3), vyplne jasně, čím jsou rozdíly převážně podmíněny. Zatímco vegetační průběhy osmotických hodnot vytvářených redukujícími látkami jsou v trojici hodnocených odrůd při přesnosti dosažitelné v těchto pokusech nerozlišitelné, vegetační průběhy osmotických, elektrolyty vytvářených hodnot vykazují rozdílnost shodnou s celkovými osmotickými hodnotami. Je tedy možno říci, že odrůdová rozdílnost celkových osmotických hodnot v nadzemních orgánech bramborových rostlin za podmínek snížené půdní vlhkosti je podmíněna především rozdílnou úrovní osmotických hodnot vytvářených elektrolyty. U vegetačních průběhů osmotických hodnot vytvářených redukujícími látkami se ukázalo, že vegetační trend rychlého zvyšování celkových osmotických hodnot ke konci vegetace, různý u jednotlivých odrůd, je do značné míry podmíněn různě se zvyšujícím podílem redukujících látek na jejich vytváření (viz zejména V_3 a K_2 z roku 1962).

Výsledky ze skleníkového pokusu z roku 1962 jsou vcelku potvrzovány jim odpovídajícími výsledky z téhož pokusu v roce 1963, kde byly zachyceny poněkud zřetelněji také odrůdově rozdílné reakce na rychlé změny v podmínkách půdní vlhkosti, tedy navozování a rušení trvalého vodního deficitu v pletivech pokusných rostlin.

Existenci diskutovaných odrůdových rozdílností v úrovních osmotických hodnot za podmínek snížené půdní vlhkosti potvrzuje i to, že podobné poměry, jaké byly zjištěny v listech, byly zjištěny také ve stoncích a řapících, jak je to uvedeno v tab. IV.

V polním pokusu byla zaznamenána největší diference ve vegetačních průbězích celkových i dílčích osmotických hodnot ve všech nadzemních orgánech u odrůd 'Jara' a 'Aquila'. Její existence se potvrdila ve všech třech

IV. Průměrné celkové a hlavní dílčí osmotické hodnoty šťávy z jednotlivých orgánů odrůd 'Rajka' a 'Kardinál' ze skleníkových pokusů ve vegetaci 1962 a 1963

Odrůdy	Vari- anty	Orgány	1962		1963		
			Ø	rozmezí	Ø	rozmezí	
a) celkové osmotické hodnoty v atm							
Rajka	K ₁	listy	9,794	8,396—11,021	10,278	7,891—11,892	
		stonky	10,048	8,900—11,519	11,076	9,273—12,590	
		řapíky	10,195	8,524—11,892	10,647	8,396—12,515	
	K ₂	listy	8,395	7,331—9,523	7,615	6,029—10,026	
		stonky	9,080	7,492—10,107	8,013	6,654—10,781	
		řapíky	9,035	7,307—10,461	7,976	6,899—9,902	
	V ₁	listy	9,598	8,146—10,959	8,695	7,393—10,897	
		stonky	9,671	9,026—10,959	8,946	7,516—12,141	
		řapíky	9,904	9,094—10,710	9,109	8,020—12,515	
	V ₂	listy	9,209	7,616—10,108	8,073	6,774—9,647	
		stonky	10,108	7,994—12,390	8,738	6,899—11,141	
		řapíky	10,096	7,994—11,743	8,627	7,023—11,021	
	V ₃	listy	9,453	7,642—12,458	9,113	7,891—10,399	
		stonky	9,355	6,617—11,519	9,623	8,146—11,146	
		řapíky	9,738	7,994—11,830	9,589	7,642—10,781	
	Kardinál	K ₁	listy	10,997	9,094—12,584	10,743	8,020—13,147
			stonky	11,387	9,772—12,961	11,900	8,271—14,640
			řapíky	11,601	10,897—12,390	11,884	8,774—14,391
K ₂		listy	8,727	8,146—9,399	7,659	6,654—9,647	
		stonky	8,436	7,642—9,224	7,900	7,023—8,649	
		řapíky	8,857	8,429—9,561	7,728	6,279—8,900	
V ₁		listy	10,323	8,900—12,573	9,479	8,271—10,648	
		stonky	9,873	8,900—12,496	10,132	8,774—14,768	
		řapíky	10,218	9,026—13,023	10,104	9,094—11,519	
V ₂		listy	9,952	8,524—11,395	8,119	7,146—8,774	
		stonky	10,389	8,146—13,844	8,569	7,023—10,897	
		řapíky	10,597	8,409—13,520	8,606	7,146—11,021	
V ₃		listy	9,786	8,033—12,269	8,687	7,393—9,772	
		stonky	9,474	7,591—10,781	8,760	7,642—9,646	
		řapíky	9,890	7,655—12,081	9,125	8,146—10,026	

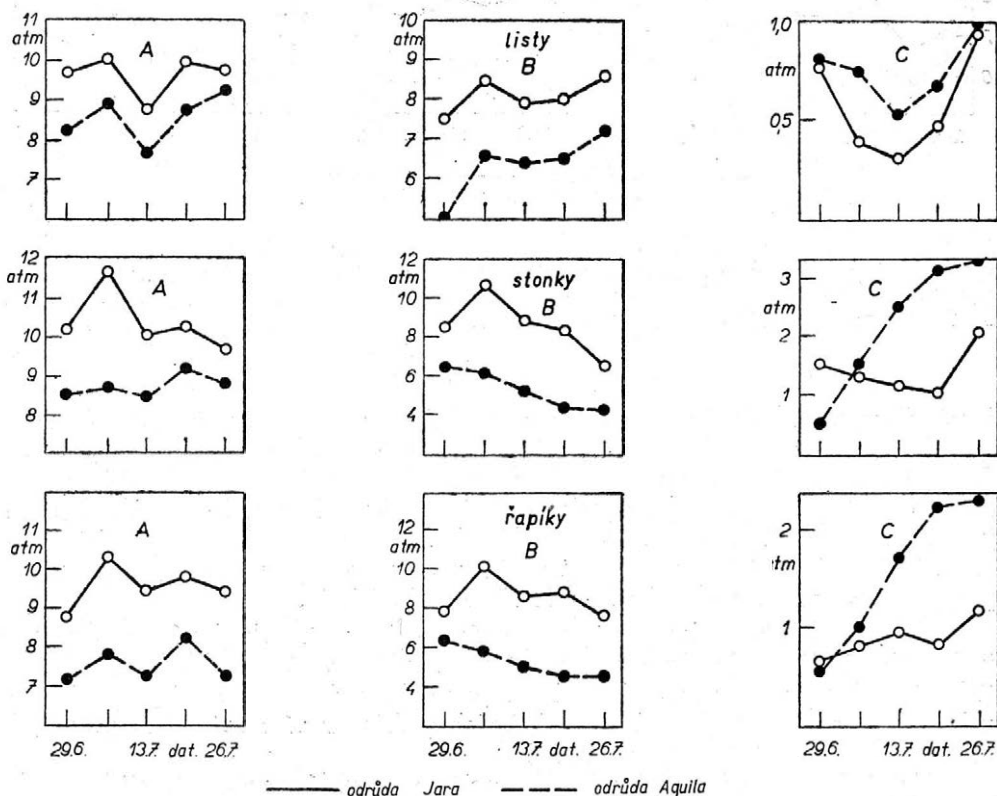
1. pokračování tab. IV

Odrůdy	Va- rianty	Orgány	1962		1963	
			Ø	rozmezí	Ø	rozmezí
b) osmotické hodnoty elektrolytů v atm						
Rajka	K ₁	listy	7,505	6,495— 8,418	8,545	6,696— 9,543
		stonky	8,797	7,610— 10,380	9,719	8,012— 11,667
		řapíky	9,162	7,705— 10,626	9,960	8,012— 11,774
	K ₂	listy	6,526	5,878— 7,204	6,513	5,370— 8,220
		stonky	7,153	6,696— 8,220	7,395	6,186— 8,794
		řapíky	7,640	6,794— 8,520	7,361	6,079— 8,623
	V ₁	listy	7,507	5,981— 9,133	7,283	6,495— 8,830
		stonky	8,353	7,610— 9,543	8,121	6,794— 10,626
		řapíky	8,661	7,508— 9,240	8,521	7,610— 12,266
	V ₂	listy	6,879	5,878— 8,115	6,710	5,372— 7,610
		stonky	8,370	6,598— 10,248	7,784	5,878— 9,642
		řapíky	8,829	6,598— 9,945	7,988	6,186— 9,945
	V ₃	listy	6,708	5,776— 8,520	7,461	6,294— 8,623
		stonky	7,522	6,495— 8,623	8,171	7,204— 9,338
		řapíky	7,964	6,794— 9,945	8,468	7,405— 9,543
Kardinál	K ₁	listy	8,557	7,098— 9,543	8,941	6,794— 10,757
		stonky	9,926	8,623— 11,569	10,759	7,610— 12,430
		řapíky	10,706	9,441— 11,774	11,099	8,320— 12,868
	K ₂	listy	6,562	6,186— 6,901	6,381	5,577— 7,307
		stonky	6,780	5,269— 7,914	6,953	6,079— 7,811
		řapíky	7,658	6,794— 8,520	7,384	6,393— 8,623
	V ₁	listy	7,932	6,186— 9,847	7,831	7,003— 9,441
		stonky	8,358	7,405— 10,380	9,066	7,914— 12,068
		řapíky	9,014	7,307— 11,364	9,568	8,721— 11,200
	V ₂	listy	7,187	6,186— 8,220	6,730	6,186— 7,098
		stonky	8,580	6,696— 11,610	7,371	6,186— 8,830
		řapíky	9,089	6,901— 11,200	7,860	6,901— 9,240
	V ₃	listy	7,017	6,186— 8,418	6,842	6,079— 7,811
		stonky	7,507	6,493— 8,936	7,718	7,098— 8,623
		řapíky	8,351	6,794— 10,544	8,375	7,610— 9,133

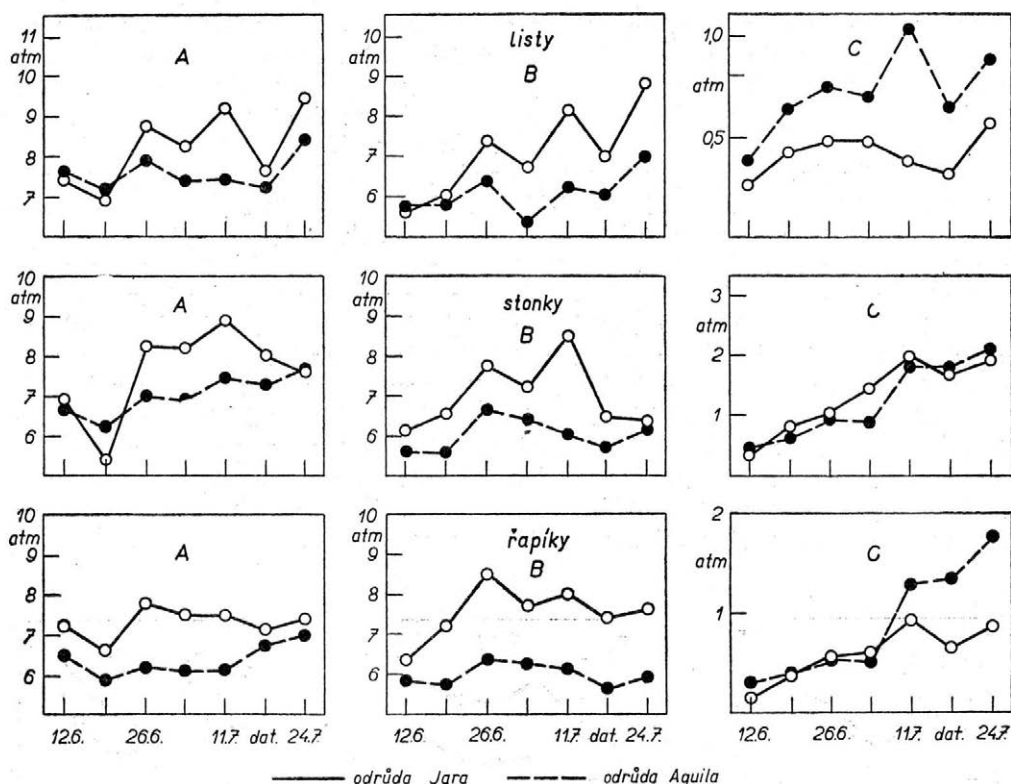
2. pokračování tab. IV

Odrůdy	Va- rianty	Orgány	1962		1963	
			Ø	rozmezí	Ø	rozmezí
c) osmotické hodnoty redukcujících látek v atm						
Rajka	K ₁	listy	0,295	0,243 – 0,376	0,326	0,161 – 0,616
		stonky	0,176	0,161 – 0,191	0,272	0,108 – 0,626
		řapíky	0,165	0,126 – 0,224	0,206	0,090 – 0,289
	K ₂	listy	0,414	0,139 – 0,987	0,360	0,090 – 0,889
		stonky	0,730	0,048 – 1,726	0,408	0,004 – 1,090
		řapíky	0,545	0,084 – 1,467	0,355	0,090 – 1,036
	V ₁	listy	0,247	0,148 – 0,318	0,380	0,174 – 0,840
		stonky	0,207	0,096 – 0,500	0,193	0,048 – 0,370
		řapíky	0,210	0,116 – 0,560	0,178	0,063 – 0,326
	V ₂	listy	0,383	0,191 – 0,566	0,417	0,133 – 0,626
		stonky	0,470	0,178 – 0,704	0,524	0,090 – 1,204
		řapíky	0,332	0,126 – 0,554	0,434	0,102 – 1,054
	V ₃	listy	0,562	0,142 – 1,483	0,553	0,108 – 1,243
		stonky	0,653	0,211 – 1,591	0,678	0,211 – 1,904
		řapíky	0,581	0,142 – 1,279	0,758	0,198 – 1,036
Kardinál	K ₁	listy	0,308	0,213 – 0,442	0,331	0,108 – 0,542
		stonky	0,164	0,116 – 0,191	0,253	0,084 – 0,518
		řapíky	0,144	0,102 – 0,198	0,205	0,048 – 0,487
	K ₂	listy	0,371	0,126 – 0,974	0,344	0,010 – 0,711
		stonky	0,575	0,060 – 1,120	0,399	0,054 – 0,896
		řapíky	0,333	0,054 – 0,922	0,228	0,020 – 0,487
	V ₁	listy	0,315	0,204 – 0,450	0,328	0,090 – 0,750
		stonky	0,214	0,096 – 0,524	0,249	0,090 – 0,437
		řapíky	0,160	0,090 – 0,346	0,176	0,072 – 0,268
	V ₂	listy	0,394	0,211 – 0,711	0,417	0,191 – 0,834
		stonky	0,327	0,090 – 0,489	0,449	0,133 – 0,737
		řapíky	0,254	0,096 – 0,370	0,274	0,054 – 0,941
	V ₃	listy	0,570	0,243 – 1,358	0,470	0,262 – 0,672
		stonky	0,533	0,152 – 1,030	0,448	0,084 – 0,810
		řapíky	0,427	0,133 – 0,802	0,362	0,183 – 0,711

letech, v nichž byl polní pokus zakládán, jak je to vidět na grafech 4, 5 a 6. Rozdíly jsou v jednotlivých letech různě velké. Stejně jako ve skleníkovém pokusu jsou i zde určovány především rozdílností v úrovních dílčích osmotických hodnot vytvářených elektrolyty. Obě hlavní dílčí osmotické hodnoty, které jsou vytvářeny jednak elektrolyty a jednak redukujícími látkami, vykazují zejména v roce 1963 velmi rozdílný vegetační trend, který byl zaznamenán již v dřívějších pracích (Nečas 1965a, 1965b). Odrůdová rozdílnost vzestupného vegetačního trendu osmotických hodnot vytvářených redukujícími látkami je velmi výrazná ve všech orgánech zejména v roce 1963. Vzhledem k tomu, že v polním pokusu nebyla regulována půdní vlhkost, je poněkud překvapivé, že rozdílné oblasti průběhů celkových osmotických hodnot si udržely přibližně stejný odstup během celé vegetace a že se zde výrazněji neprojevovaly změny v půdní vlhkosti. Nasvědčovalo by to do jisté míry tomu, že v obou pokusech jde o dva rozdílné typy odrůdové odlišnosti v úrovni osmotických hodnot. Zatímco v případě odrůd 'Rajka' a 'Kardinál' ve skleníkovém pokusu bylo třeba pro vyvolání výrazného odrůdového rozdílu dosti značného snížení půdní vlhkosti po delší dobu, v případě odrůd 'Jara' a 'Aquila' v polním pokusu se velikost rozdílu mezi nimi neměnila zvláště významně v rozsahu půdních vlhkostí,



4. Vegetační průběhy celkových a hlavních dílčích osmotických hodnot ve šťávě vylisované z jednotlivých orgánů rostlin odrůd 'Jara' a 'Aquila' z polního pokusu z roku 1961. A — celkové osm. hodnoty, B — osm. hodnoty elektrolytů, C — osm. hodnoty látek redukujících Fehlingův roztok



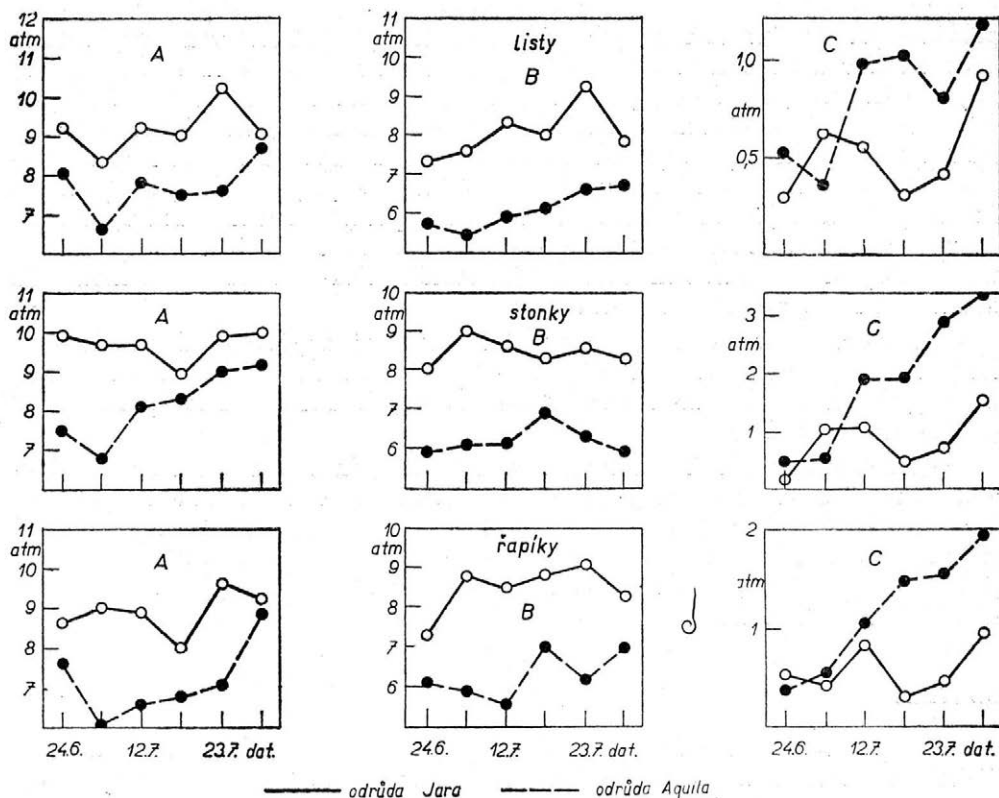
5. Vegetační průběhy celkových a hlavních dílčích osmotických hodnot ve šťávě vylisované z jednotlivých orgánů rostlin odrůd 'Jara' a 'Aquila' z polního pokusu z roku 1962. A — celkové osm. hodnoty, B — osm. hodnoty elektrolytů, C — osm. hodnoty látek redukujících Fehlingův roztok.

kteří se vyskytly ve dnech odběru vzorků k rozborům během celé vegetace.

O dalších rozdílech mezi odrůdami z polního pokusu zde nediskutujeme. Je to jednak z toho důvodu, že jsou menší, než byly zjištěny mezi 'Jarou' a 'Aquilou', a neopakovaly se tak shodně ve všech letech. Bylo tedy obtížné je dobře interpretovat bez dalších analýz, které již nebylo možno provést. Nicméně i některé další, nepublikované odrůdové rozdíly z polního pokusu je možno považovat za významné (Nečas 1960, 1962b, 1964).

Také v polním pokusu se tedy ukázalo, že větší odrůdové rozdíly jsou u bramborů zřejmě podmíněny převážně rozdíly v úrovních dílčích osmotických hodnot vytvářených elektrolyty. Je to dáno do značné míry již tím, že u bramborů vytvářejí elektrolyty za běžných podmínek více než 70 % celkových osmotických hodnot (Nečas 1965b).

Vyšší úroveň redukujících látek, popřípadě rychlé zvyšování jejich podílu na celkových osmotických hodnotách šťávy z listů během vegetace, jak se projevilo u odrůdy 'Aquila', přesvědčuje o tom, že by bylo třeba studovat osmotické poměry v bramborových rostlinách také vzhledem k odrůdově rozdílné rezistenci proti plísní bramborové, zejména jak se uplatňuje v ontogenetických změnách této rezistence.



6. Vegetační průběhy celkových a hlavních dílčích osmotických hodnot ve šťávě vylisované z jednotlivých orgánů rostlin odrůd 'Jara' a 'Aquila' z polního pokusu z roku 1963. A — celkové osm. hodnoty, B — osm. hodnoty elektrolytů, C — osm. hodnoty látek redukujících Fehlingův roztok

DISKUSE

O vodním režimu odrůd, mezi kterými byly zjištěny v práci uváděné rozdíly, není téměř nic známo. Je tedy možno vycházet pouze z empirických zkušeností, získaných v pěstování těchto odrůd za různých podmínek. Určitý typ suchovzdornosti, popřípadě systém hospodaření s vodou je komplexní znak s určitou fyziologickou a genetickou strukturou (Slavík nepubl.). Pro její analýzu můžeme zatím využít pouze výsledků, které byly získány v našich pokusech. Jak bylo ukázáno dříve (Nečas 1965a, 1965b), osmotické hodnoty celkové ani hlavní dílčí se u bramborů pod vlivem snížené půdní vlhkosti nemění zvláště výrazně. Nezdá se, že by bylo možno zde očekávat zjištění nějakého citlivého regulačního systému pro úroveň osmotických hodnot ve šťávě nadzemních orgánů. Je však nesporné, že vyšší osmotické hodnoty buněčné šťávy znamenají silnější poutání vody, popřípadě i její proud z hypotonického prostředí při semipermeabilitě membrán. I když zvyšování osmotických hodnot, především jejich složky vytvářené elektrolyty, se děje zřejmě do značné míry pasívně (Nečas 1965b), souběžně s narůstáním vodního deficitu v pletivech ať již přechodného, nebo trvalejšího, může být zřejmě dosti rozdílná úroveň, které dosáhne u různých odrůd při shodné půdní vlhkosti. Ačkoli je možno před-

pokládat při vyšších osmotických hodnotách silnější poutání vody v pletivech, bude třeba v další práci zjistit, jak se projevuje tento stav v intenzitě průběhu jiných významnějších fyziologických procesů, především těch, které určují produktivitu tvorby nové sušiny. U některých jiných druhů rostlin se uvádějí regulační systémy, které upravují poměr rozpuštěných a nepozpuštěných forem osmoticky aktivních látek (glukóza v roztoku a glukóza polymerovaná ve škrob do škrobových zrn). Jak se ukázalo u bramborů, podíl osmoticky aktivních látek tohoto druhu zde nehraje tak významnou úlohu. Může jen zesilovat, popřípadě slabě kompenzovat působení daleko významnější složky celkových osmotických hodnot, která je vyvolávána elektrolyty.

Vzhledem k tomu, že pravděpodobně pasivní zvyšování elektrolyty vytvářené složky celkových osmotických hodnot při snížené půdní vlhkosti může u různých odrůd dosáhnout rozdílné úrovně, bude třeba v další práci hledat příčiny těchto rozdílů.

Vcelku však je možno úroveň osmotických hodnot buněčné šťávy v pletivech označit za méně významnou složku systému vodního režimu u bramborů. Využití těchto poznatků při šlechtitelské konstrukci odrůd s určitým typem vodního režimu připadá v úvahu teprve po vyřešení podstatnějších, daleko více rozhodujících složek struktury tak komplexního znaku, jakým se jeví typ vodního režimu u bramborů.

SOUHRN

V práci byly zjišťovány odrůdové rozdíly v úrovni celkových a hlavních dílčích osmotických hodnot u několika odrůd bramborů. Tři odrůdy byly pěstovány za podmínek řízené půdní vlhkosti ve skleníku a devět odrůd bylo pěstováno za přirozené půdní vlhkosti v polním pokusu.

Byly zaznamenány dva typy odrůdových rozdílů. Ve skleníkovém pokusu se ukázalo, že mezi některými odrůdami se tyto rozdíly projeví jen za snížené půdní vlhkosti. V polním pokusu byl zjištěn mezi dvěma odrůdami rozdíl, který se projevoval za všech úrovní půdní vlhkosti a opakoval se v jednotlivých letech.

Oba typy odrůdových rozdílů v celkových osmotických hodnotách byly určovány převážně dílčími osmotickými hodnotami, působeními koncentrací elektrolytů v buněčné šťávě. Odrůdové rozdíly v dílčích osmotických hodnotách působených redukujícími látkami byly zaznamenány především v polním pokusu v jejich vegetačním trendu.

Vzhledem k tomu, že ani z těchto výsledků, ani z výsledků předchozích prací není možno usuzovat na existenci citlivých regulačních systémů pro úroveň celkových ani dílčích osmotických hodnot v buněčné šťávě bramborů, není možno osmotické poměry považovat za určující složku struktury komplexního znaku, charakterizujícího jejich vodní režim. Přesvědčuje o tom zejména skutečnost, že značné snížení půdní vlhkosti nevyvolává ani rychlé, ani velké zvýšení jak celkových, tak obou hlavních dílčích osmotických hodnot.

Došlo dne 7. 6. 1966

Literatura

1. BUKASOV, S. M. - KAMERAZ, A. J.: Šlechtění bramborů (český překlad Macek a Litochleb), Praha, 1952. — 2. BURTON, W.: The Potato. London, 1948. — 3. HRUŠKA, L. - MAJEROVÁ, B. - NOHEJL, J.: Vývoj kořenové soustavy bram-

borů v růstových fázích a jejich vztah k půdní vlhkosti a kultivaci. = „Sborník ČSAZV - Rostl. výroba“, 5, 1959, s. 47-48. — 4. JERMOLJEV, E.: Bližší úkoly ve šlechtění a množení bramborů. = „Bramborářství a průmysl“, 8, 1948, s. 114-115. — 5. KAPPERT, H. - RUDORF, W.: Züchtung der Knollen- und Wurzelfruchtarten. = In: Handbuch der Pflanzenzüchtung, III. Berlin u. Hamburg, 1958. — 6. KLIKA, J. a kol.: Praktikum fytoecologie, ekologie, klimatologie a půdoznalství. Praha, 1954. — 7. NEČAS, J.: Studium vodního režimu bramborů. Závěreč. zpráva VÚB, Havlíčkův Brod, 1960. — 8. NEČAS, J.: Vodní režim bramborů, I. Růstové a výnosové reakce bramborů na sníženou půdní vlhkost. = „Sborník ČSAZV - Rostl. výroba“, 8, 1962a, s. 17-44. — 9. NEČAS, J.: Der Einfluß sinkender Bodenfeuchte auf die osmotischen Werte der oberirdischen Teile der Kartoffeln. = „Tagungsberichte DALW“, 48, 1962b, s. 113-124. — 10. NEČAS, J.: Studium osmotických hodnot v bramborové rostlině za podmínek snížené půdní vlhkosti. Závěreč. zpráva VÚB Havlíčkův Brod, 1964. — 11. NEČAS, J.: Zur Problematik der Verlässlichkeit der refraktometrischen Methode für die Indikation des Wasserbedarfes der Kartoffeln. = „Biologia Plantarum“, 7, 1965a, s. 146-157. — 12. NEČAS, J.: The effect of decrease in soil moisture on the osmotic values of cell sap in the individual organs of the potato plant. = In: Water Stress in Plants. Proceedings of a Symposium, Prague 1963 (ed. B. Slavík, 1965b, s. 50-59. — 13. NEČAS, J.: Application of growth analysis to the potatoes in field culture and some specific features of potato growth. = „Biologia Plantarum“, 7, 1965c, s. 180-193. — 14. SCHICK, R. - KLINKOWSKI, M.: Die Kartoffel. Dresden, 1961. — 15. SLAVÍK, B.: K dynamice vodního deficitu rostlin. = „Preslia“, 27, 1955, s. 124-153. — 16. SLAVÍK, B.: Vodní provoz rostlin (dosud nepublikováno). — 17. WALTER, H.: Tabellen zur Berechnung des osmotischen Wertes von Pflanzensäften, Zuckerlösungen und einiger Salzlösungen. = „Ber. der deutschen bot. Ges.“, 54, 1936, s. 328-399. — 18. ZRÚST, J. - NEČAS, J.: Vliv nevyvážené minerální výživy bramborů na některé rysy jejich vodního režimu. = „Rostl. výroba“, 12, 1966, s. 421-432.

Сортные различия в осмотических значениях картофеля, возделываемого при пониженной почвенной влажности

Были установлены сортные различия в уровне общих и главных частных осмотических значений у нескольких сортов картофеля. Три сорта возделывались при условиях регулируемой почвенной влажности в теплице и девять сортов возделывались при естественной почвенной влажности в полевом опыте.

Было отмечено два типа сортных различий. В тепличном опыте оказалось, что между некоторыми сортами эти различия проявятся только при пониженной почвенной влажности. В полевом опыте было между двумя сортами установлено различие, которое проявилось во всех уровнях почвенной влажности и повторялось в отдельные годы.

Оба типа сортных различий в общих осмотических значениях определялись преимущественно частными осмотическими значениями, вызванными концентрацией электролитов в клеточном соке. Сортные различия в частных осмотических значениях, вызванные редуцирующими веществами, были отмечены прежде всего в полевом опыте и их вегетативном тренде.

Ввиду того, что ни на основании этих результатов, ни результатов предшествующих работ нельзя судить о существовании чувствительных регуляторных систем ни для уровня общих, ни частных осмотических значений в клеточном соке картофеля, нельзя осмотические отношения считать определяющим компонентом структуры комплексного признака, характеризующего их водный режим. Об этом свидетельствует, главным образом, тот факт, что значительное понижение почвенной влажности не вызывает ни быстрого, ни большого повышения как общих, так и обоих главных частных осмотических значений.

Текст к таблицам

- I. Изменчивость общих и главных частных осмотических значений в совокупности 20 растений сорта 'Амбра'
- II. Анализ дисперсии частных осмотических значений электролитов в соке, выжатом из листьев картофеля тепличного опыта в 1962 году
- III. Анализ дисперсии частных осмотических значений электролитов в соке, выжатом из стеблей картофеля полевого опыта 1962 г.
- IV. Средние общие и главные частные осмотические значения сока из отдельных органов сорта 'Райка' и 'Кардинал' из тепличных опытов во время вегетации 1962- и 1963 гг.

Текст к графикам

1. Вегетационный ход общих осмотических значений в листьях растений из отдельных вариантов тепличного опыта в 1962 г. — сорт 'Райка' и — — — 'Кардинал'. На оси х отмечены изменения уровня почвенной влажности в опытных вариантах
2. Вегетационный ход осмотических значений электролитов из отдельных вариантов тепличного опыта в 1962 г. — — — сорт 'Райка', — — — — 'Кардинал'. На оси х отмечены изменения уровня почвенной влажности в опытных вариантах
3. Вегетационный ход осмотических значений веществ, редуцирующих раствор Фелинга в листьях растений из отдельных вариантов тепличного опыта в 1962 г. — — — сорт 'Райка', — — — — 'Кардинал'. На оси х отмечены изменения уровня почвенной влажности в опытных вариантах
4. Вегетационный ход общих и главных частных осмотических значений в соке, выжатом из отдельных органов растений сорта 'Яра' и 'Аквила' полевого опыта 1961 г. А — общие осмотические значения, Б — осмотические значения электролитов, В — осмотические значения веществ, редуцирующих растворов Фелинга. — — — сорт 'Яра', — — — — сорт 'Аквила'
5. Вегетационный ход общих и главных частных осмотических значений в соке, выжатом из отдельных органов растений сорта 'Яра' и 'Аквила' полевого опыта 1962 г. А — общие осмотические значения, Б — осмотические значения электролитов, В — осмотические значения веществ, редуцирующих раствор Фелинга — — — сорт 'Яра', — — — — сорт 'Аквила'
6. Вегетационный ход общих и главных частных осмотических значений в соке, выжатом из отдельных органов растений сортов 'Яра' и 'Аквила' полевого опыта 1963 г. А — общие осмотические значения, Б — осмотические значения электролитов, В — осмотические значения веществ, редуцирующих раствор Фелинга. — — — сорт 'Яра' и 'Аквила' полевого опыта 1963 г. А — общие осмотические значения, Б — осмотические значения электролитов, В — осмотические значения веществ, редуцирующих раствор Фелинга. — — — сорт 'Яра', — — — — сорт 'Аквила'

Varietal Differences in the Osmotic Values of Potatoes Grown Under Conditions of Decreased Soil Moisture

There were determined the varietal differences in the level of the total and of the main partial osmotic values in some potato varieties. Three varieties were grown under the conditions of controlled soil moisture in a glasshouse, and nine varieties were grown in a field experiment with natural soil moisture.

Here two types of varietal differences were recorded. In the glass-house test it was shown that these differences between some of the varieties appear only in the case of decreased soil moisture. In the field experiment a difference was found to exist between two varieties, which appeared in all levels of soil moisture and was repeated in the different years.

Both types of varietal differences in the total osmotic values were determined predominantly by means of partial osmotic values caused by a concentration of electrolytes in the cell sap. Varietal differences in the partial osmotic values caused by reducing substances were recorded above all in the field experiment in their vegetative trend.

With regard to the fact that neither these results nor the results of earlier works make it possible to assume the existence of sensitive regulating systems for the level of total and of partial osmotic values in the cell sap of potatoes, it is not possible to consider the osmotic conditions to be a determining component of the structure of the complex character of their water regime. This is shown particularly by the fact that a considerable decrease of the soil moisture causes neither a rapid nor a large rising both of the total and of both chief partial osmotic values.

Text to the tables

- I. The variability of the total and of the main partial osmotic values of a collection of 20 plants of the 'Ambra' variety
- II. Analysis of variance of partial osmotic values of electrolytes in the sap extracted from potato leaves from the glass-house test carried out in 1962
- III. Analysis of variance of partial osmotic values of electrolytes in the sap extracted from the stems of potatoes of a field experiment of the year 1962

IV. Average total and main partial osmotic values of the sap of the different organs of the 'Rajka' and 'Kardinal' varieties subjected to glass-house tests in the vegetation years 1962 and 1963

Text to the graphs

1. The vegetation course of the total osmotic values in the leaves of plants of the different varieties subjected to a glass-house test in 1962. ————— 'Rajka' variety, ————— 'Kardinal' variety
On the axis x the changes in the level of soil moisture in the experimental variants are designed
2. Vegetation courses of osmotic values of electrolytes in the leaves of plants of the different variants of the glass-house test carried out in 1962. ————— 'Rajka' variety, ————— 'Kardinal' variety. On the axis x the changes in the level of soil moisture in the experimental variants are designed
3. Vegetation courses of osmotic values of substances reducing Fehling's solution in the leaves of plants of the different variants of the glass-house test carried out in 1962. ————— 'Rajka' variety, ————— 'Kardinal' variety. On the axis x the changes in the level of soil moisture in the experimental variants are designed
4. Vegetation courses of total and of the main partial osmotic values in the sap extracted from the different organs of the 'Jara' and 'Aquila' varieties of the field experiment of the year 1961. A - total osmotic values, B - osmotic values of electrolytes, C - osmotic values of substances reducing Fehling's solution. ————— 'Jara' variety, ————— 'Aquila' variety
5. Vegetation courses of the total and of the main partial osmotic values in the sap extracted from the different organs of plants of the 'Jara' and 'Aquila' varieties of the field test of 1962. A - total osmotic values, B - osmotic values of electrolytes, C - osmotic values of substances reducing Fehling's solution. ————— 'Jara' variety, ————— 'Aquila' variety
6. Vegetation courses of the total and of the main partial osmotic values in the sap extracted from the different organs of plants of the 'Jara' and 'Aquila' varieties of a field test carried out in 1963. A - total osmotic values, B - osmotic values of electrolytes, C - osmotic values of substances reducing Fehling's solution. ————— 'Jara' variety, ————— 'Aquila' variety

Adresy autorů:

RNDr. Josef Nečas, CSc., Laboratoř experimentální algologie Mikrobiologického ústavu ČSAV, Třeboň
Ing. Jaromír Zrůst, Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod

Technická úprava rukopisu a příloh

1. Úprava rukopisu:

Rukopis musí být psán po jedné straně papíru formátu A4 černou nebo tmavomodrou páskou na stroji s normalizovanou velikostí typů, s dvojitými mezerami (rádkováním) 2—2,5 cm od levého okraje a 1 cm od pravého okraje (tj. na 1 rukopisné stránce 30 řádků, 1 řádka po 60 písmenech), 2,5—3 cm od horního okraje a 1,5—2 cm od dolního okraje. Rukopisy psané na průsvitném papíru, rozmnožené či hustě psané nebo s více jak šesti strojem nebo inkoustem vyznačenými opravami na jedné straně a s nedodržením výše uvedených norem dá redakce přepsat na náklad autora. Kopie se nepřijímají.

2. Obrazové předlohy:

Fotografie, kresby, grafy a diagramy musí být výstižné, jasné přehledné a přesně označeny pořadovým číslem, jménem autora (fotografie) a názvem práce. Jejich umístění v rukopisu se vyznačuje na levé straně arabskou číslicí v kroužku. Stejně číslování je třeba zachovávat v textu, odvoláváme-li se na obrázky. Legenda k obrázkům se připojuje na samostatný list. Všechny obrázky je třeba označovat společným následným pořadím arabskými číslicemi.

Fotografie musí být dokonalé, ostré, kontrastní, na bílém papíru s lesklým hladkým povrchem o rozměrech 9×12 cm nebo 13×18 cm (normalizované rozměry).

Grafy a diagramy je třeba kreslit tuší na bílém kreslicím nebo průsvitkovém papíru v jednotných rozměrech ve zvětšeném měřítku, a to:

- a) A/5 — osmina archu — 148×210 mm — popisky velikosti 2—3 mm
- b) 2/4 — čtvrtarch — 210×297 mm — popisky velikosti 2—4 mm
- c) A/3 — půlarch — 297×420 mm — popisky velikosti 4—5 mm

Popisky musí být psány podle šablony minuskami (malými literami). Nebudou-li dodané grafy nebo diagramy odpovídat požadavkům na reprodukci nebo autor předloží jejich fotokopie, dá je redakce překreslit na náklad autora.

3. Tabulky

musí být připojeny na samostatných listech a vkládají se za poslední stránku rukopisu. Jejich počet je nutno co nejvíce omezit a zejména vyloučit duplicitní tabulky a grafy nebo diagramy. Tabulky musí být přehledné, jasné a logicky uspořádané s minimálním počtem sloupců a s přesně vyznačeným záhlavím bez zkratek. Zařazení tabulek v textu se vyznačuje na levé straně římskou číslicí v trojúhelníku. Také při odvolání na tabulku uvnitř textu je třeba užívat římského číslování. Všechny tabulky je třeba označovat následným pořadím římskými číslicemi.

4. Matematické vzorce

jednoduché je možno psát na stroji, složitější musí být do textu vepsány perem velmi pečlivě a zřetelně. Nad a pod rovnici je třeba vynechat nejméně jeden řádek. Zvláště pečlivě je třeba napsat a umístit indexy, exponenty a modifikující značky. Zřetelně je nutno vyznačit rozdíl mezi velkými a malými písmeny, právě tak jako mezi písmenem l (el) a číslicí 1 (jedna) a správně a zřetelně psát písmena jiných abeced. Důležité rovnice se píšou na zvláštní řádek, jednořádkové rovnice — méně důležité, resp. známé — se zařazují do plynulého textu.

5. Názvosloví, měrné jednotky, zkratky

musí odpovídat čs. státním normám a běžným zásadám české nebo slovenské terminologie. Sporné termíny řeší redakční rada nebo redakce ve spolupráci s odbornými a jazykovými experty. Všeobecně nevžité zkratky nejsou přípustné.

■ Až dosud bylo objeveno 13 nativních giberelinů, z nichž některé jsou známy jen jako metabolity hub (např. GA₁₂ a GA₁₃), o většině však bylo prokázáno, že jsou syntetizovány i vyššími rostlinami. Biosyntéza giberelinů se děje patrně z terpenoidních substancí, např. kaurenolu a steviolu (Rudd a kol. 1965, Paleg 1965), přičemž je dosud známo téměř 700 derivátů a produktů rozpadu giberelinů (Schneider, Sembdner a Schreiber 1965). Na giberelinové syntéze se při tom významně podílejí kořeny. Svědčí o tom skutečnost, že 6–12 hodin trvající nepřítomnost kořenu na klíčící rostlině hrachu vede k poklesu hladiny endogenních giberelinů ve vrcholové části epikotylu (Šebánek 1965a). Naproti tomu 6–12 hodin trvající nepřítomnost epikotylu způsobí vzestup endogenních giberelinů v kořenu (Šebánek 1966a). To je možno vysvětlit tím, že se gibereliny v kořenu syntetizované v něm do 6–12 hodin po odříznutí epikotylu dále tvoří jako v intaktní rostlině a tedy nahromadují, je-li amputaci epikotylu zabráněno jejich transportu do nadzemních částí rostliny. Za 24 hodin od seříznutí epikotylu dochází však již k pronikavému poklesu hladiny endogenních giberelinů v kořenu, což zřejmě souvisí s tím, že k další nerušené biosyntéze giberelinů v kořenu jsou potřebné auxiny a kininy, popř. další substance, jejichž přítomnost v kořenu je na intaktní rostlině podmiňována epikotytem (Šebánek 1966b).

Podle toho jen v intaktní rostlině hrachu probíhá v kořenu normální biosyntéza giberelinů, ale v rostlině zbavené epikotylu je tato biosyntéza posléze podstatně oslabena. V souvislosti s tvorbou giberelinů v kořenech vzniká otázka, do jaké míry kořeny gibereliny uvolňují do zevního kultivačního prostředí. Četní autoři mluví o tzv. kořenových výměscích (Grümmer 1955, Černobri-věnkó 1966, Rachtějenko 1958, Rademacher 1959, Griněva 1961, Ivanov 1962, Ivanov, Jakobson a Fomenko 1964), jejichž role se často studuje i s ohledem na vzájemné ovlivňování různých druhů rostlin kultivovaných ve směsích (Laštůvka, Minář a Navrátil 1965). Pokud jde o uvolňování růstově regulačních látek kořeny rostlin, jsou známy pokusy Prestona a kol. (1954), potvrzené Linderem a kol. (1957), v nichž bob, jehož lodyhy byly potřeny pastou s methoxyfenyloctovou kyselinou, uvolňoval tuto látku kořeny, takže jí pak byl ovlivněn i růst sousedních neošetřených rostlin. Eberhardt (1955) a Martin (1956) dokazují uvolňování skopoletinu kořeny ovsu. Kořeny hrachu vyměšují podle Roviry (1956) zvláště aminokyseliny a glycidy a podle Frieše a Forsmana (1951) deriváty nukleových kyselin.

Cílem předložené práce je ověřit schopnost rostlin hrachu uvolňovat kořeny endogenní gibereliny, a to jednak u rostlin intaktních, jednak u rostlin zbavených epikotylu.

MATERIÁL A METODIKA

Semena hrachu odrůdy 'Raman' byla máčena ve vodě po 24 hodin a pak ukládána radikulou dolů do zvlhčených pilin. Klíčící rostliny tři dny staré byly pak z pilin vybírány a dále kultivovány v nádobách o objemu 400 ml naplněných vodou a opatřených víčky s otvory na prostrčení kořenů. Rostliny byly kultivovány na přirozeném světle v laboratoři. Pokus (několikrát opakovaný) měl dvě varianty vždy po 15 rostlinách: v první byly ponechány rostliny intaktní a ve druhé byly rostlinám hned na počátku jejich kultivace v nádobách s vodou seřezávány epikotylы těsně nad dělohami; po celou pokusnou dobu byly na těchto rostlinách pravidelně odstraňovány regenerující pupeny kotylární a seriální. Kultivace rostlin jak intaktních, tak i lodyžního systému zbavených byla ukončována po 14 dnech, kdy byl kořenový systém z nádob opatrně vyjímán a voda, v níž byly rostliny kultivovány, byla přímo v kultivačních nádobách do sucha odpařována v proudě vzduchu; odparek byl v každé nádobě rozpouštěn v 5 ml metylalkoholu a nádoba byla ještě dvakrát vždy 5 ml metylalkoholu vypláchnuta. Takto v 15 ml metylalkoholu rozpouštěný odparek byl vždy zfiltrován, odpařen vodní vývěvou do sucha při 40 °C a rozpouštěn v 0,6 ml etylacetátu. Z tohoto objemu etylacetátu bylo vždy množství 0,3 ml naneseno za účelem chromatografického rozdělení na skleněnou desku s tenkou vrstvou Silikagelu G podle Stahla. Jako standard byl na okraj desky nanášen polský preparát Gibrescol (obsahující GA₃ s malou příměsí GA₁). Chromatografie se děla v systému chloroform:etylacetát:ledová kyselina octová (80:20:5). Část desky odpovídající nanesenému standardu Gibrescolu byla detekována chemicky v ultrafialovém záření po postřiku kyselinou sírovou v etanolu a část desky odpovídající zkoumanému odparku biologicky salátovým testem (Frankland a Wareing 1961, modifikováno podle Krekuleho a Teltšerové 1963). Použitá chromatografie a použitý biotest byly již podrobně popsány na jiném místě (Šebánek 1965a, b).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Obr. 1 ukazuje typický příklad chromatografického rozdělení giberelinů z odparku vody, v níž byly kultivovány intaktní (a), resp. epikotylu zbavené (b) rostliny hrachu. Je zřejmé, že endogenní gibereliny typu GA₃ a GA₁ byly průkazně zjištěny toliko sub a), nikoli sub b). Obdobné výsledky byly získány i v dalších opakováních tohoto pokusu.

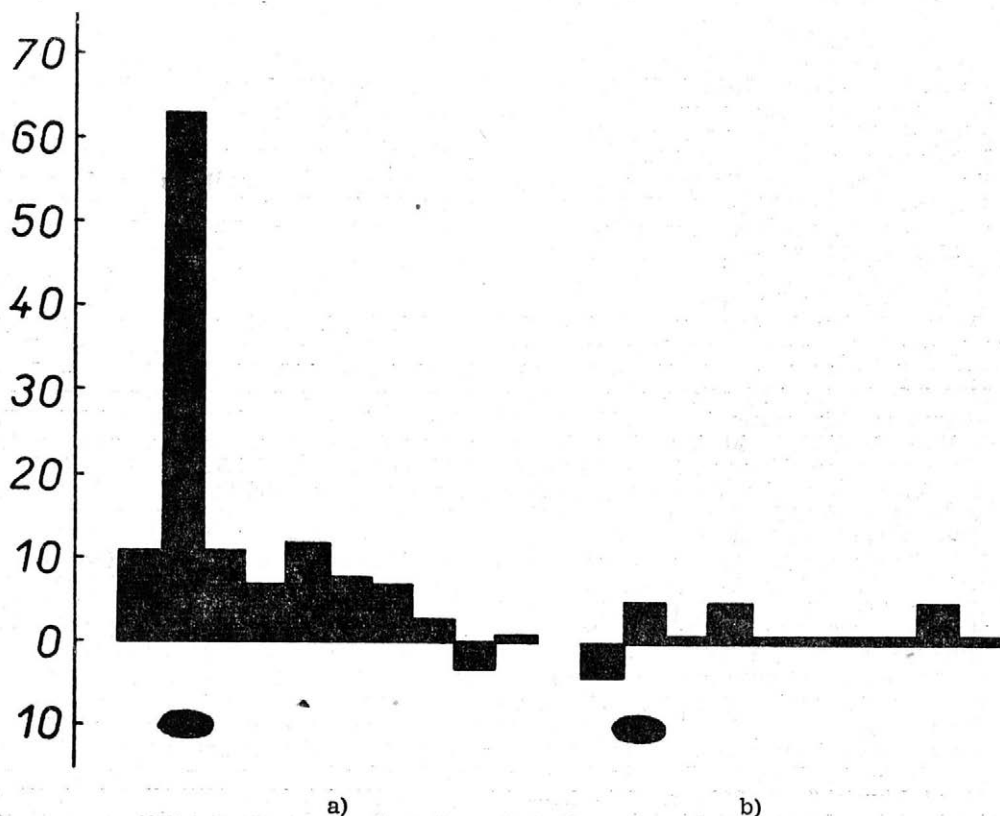
Při interpretaci dosaženého výsledku je nutno vzít v úvahu, že nativní gibereliny obsažené ve vodě, v níž byly rostliny nesterilně kultivovány, by mohly být popřípadě i produkty epifytických bakterií žijících na kořenech pokusných rostlin. V té souvislosti jsou pozoruhodné nejnovější výsledky publikované Libbertem a kol. (1966), kteří izolovali z rostlin hrachu z živného roztoku, v němž hrách hydroponicky pěstovali, 109 kmenů bakterií, z nichž 58 bylo schopno tvorby β -indolyloctové kyseliny z tryptofanu. Není tedy vyloučeno, že metabolity této epifytické mikroflóry mohou být i giberelinové povahy; přesto však nelze považovat vliv těchto případných metabolitů za rozhodující pro obsah negativních giberelinů dokázaný ve vodě, v níž byly kořeny námi kultivovaných rostlin hrachu ponořeny. O tom svědčí fakt, že giberelinová aktivita v této vodě byla v našich pokusech dokázána vždy toliko ve variantě s intaktními rostlinami, nikoli však ve variantě s rostlinami zbavenými lodyžního systému. Kořenové soustavy obou pokusných variant se při tom zevně jinak neodlišovaly. Podle toho je rozhodující pro přítomnost nativních giberelinů v kultivační vodě jsou-li rostliny intaktní (a tedy normálně

syntetizující ve svých kořenech gibereliny), anebo jsou-li zbaveny lodyh (a tedy mají schopnost biosyntézy giberelinů v kořenech podstatně zeslabenou).

Toliko kořeny intaktních rostlin s nezeslabenou biosyntézou giberelinů jsou tedy schopny obohacovat o nativní gibereliny vodu, v níž jsou během kultivace ponořeny. Avšak podobně, jako je tomu většinou i v případech uvolňování jiných látek kořeny, ani v našem případě nelze vyloučit, že zdrojem nativních giberelinů dokázaných v kultivační vodě mohou být také buňky uvolňované z kořenových čepiček, resp. z rhizodermis pokusných rostlin (Katznelson, Rouatt a Payne 1954).

SOUHRN

Rostliny hrachu odrůdy 'Raman' byly pěstovány na světle po dobu 14 dní v nádobách s vodou. Byly-li rostliny během kultivace intaktní, bylo možno po ukončení pokusu dokázat v kultivační vodě průkazný obsah giberelinů uvolně-



1. Příklad chromatografického rozdělení endogenních giberelinů uvolněných kořeny a) intaktních rostlin hrachu, b) rostlin hrachu zbavených lodyžního systému. Na ose x: R_f , na ose y: procentický přírůstek hypokotylů klíčících rostlin salátu použitých za testovací rostlinu. Statisticky průkazné jsou takto rozdíly desetiprocentní a větší. Černé skvrny ukazují plochu giberelinů GA_3 a GA_1 použitých jako indikátoru. Stimulace působená při R_f 0,2 nativními gibereliny sub a) odpovídá přibližně stimulaci, již působí roztok 8μ g/l giberelinového preparátu obsahujícího GA_3 a GA_1 .

ných z kořenů pokusných rostlin. Byly-li však rostlinám na počátku pěstování odříznuty epikotyle a regenerující pupeny kotylární a seriální byly pak pravidelně odstraňovány, nebyly gibbereliny v kultivační vodě použitou metodikou dokazatelné. Vývin kořenového systému nebyl uvedenou operací nijak průkazně ovlivněn a pravděpodobně nebyly ani nijak podstatně změněny podmínky pro vývin epifytní kořenové mikroflóry, která by mohla přispívat ke gibberelinové aktivitě kultivační vody. Rozdíly v obsahu gibberelinů ve vodě, v níž byly kultivovány rostliny intaktní a rostliny zbavené lodyžního systému, jsou tedy především v souvislosti s tím, že se odstraněním lodyh posléze podstatně zeslabuje biosyntéza gibberelinů v kořenech. Podle toho souvisí uvolňování gibberelinů kořeny hrachu bezprostředně s intenzitou syntézy gibberelinů v těchto orgánech.

Došlo dne 19. 4. 1967

Literatura

1. ČERNOBRIVĚNKO, S. I.: Biologičeskaja rol' rastitel'nych vydělenij i mežvidovye vzaimootnošenija v směšanných posevch. Gos. izdat. Sovět. nauka, Moskva, 1956. — 2. EBERHARDT, F.: „Z. Bot.“, 43, 1955, s. 405. Citováno podle: Martin, P.: „Qualitative und quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung organischer Verbindungen aus den Keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.)“ = „Die Naturwissenschaften“, 43, 1956, s. 227-228. — 3. FRANKLAND, B. - WAREING, P. F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. = „Nature“, 185, 1961, s. 255-256. — 4. FRIES, N. - FORSMAN, B.: Quantitative determination of certain nucleic acid derivatives in pea root exudate. = „Physiol. Plantarum“, 4, 1951, s. 410-420. — 5. GRINĚVA, G. M.: O vyděleniji veščestv korňami rastěnij pri kratkovremennom anaerobioze. = „Fiz. rastěnij“, 8, 1961, s. 686-691. — 6. GRÜMMER, G.: Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen-Allelopathie. VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1955. — 7. IVANOV, V. P.: Vzaimovlijanije kukuruzy i kormovych bobov čerez korněvyje sistemy pri ich sovmeštnom poseve. = „Fiz. rastěnij“, 9, 1962, s. 179-188. — 8. IVANOV, V. P. - JAKOBSON, G. A. - FOMENKO, B. S.: Vlijanije različnoj vlažnosti počvy na obměn korněvymi vydělenijami. = „Fiz. rastěnij“, 11, 1964, s. 630-637. — 9. KATZNELSON, H. - ROUATT, J. W. - PAYNE, T. M. B.: Liberation of amino-acids by plant roots in relation to desiccation. = „Nature“, 174, 1954, s. 1110-1111. — 10. KREKULE, J. - TELTSCHEROVÁ, L.: Über den Gehalt an auxin- und gibberellinähnlichen Stoffen bei jarowisierten und nicht jarowisierten Embryonen von Sommer- und Winterweizen. = „Biol. Plant.“, 5, 1963, s. 252-257. — 11. LAŠTŮVKA, Z. - MINÁŘ, J. - NAVRÁTIL, O.: Gegenseitige Beeinflussung von Roggen (*Secale cereale* L.) und Hanf (*Cannabis sativa* L.) in Wasserkulturen bei ergänzter Ernährung. = „Biol. Plant.“, 7, 1965, s. 349-356. — 12. LIBBERT, E. - WICHNER, S. - SCHIEWER, U. - RISCH, H. - KAISER, W.: The influence of epiphytic bacteria on auxin metabolism. = „Planta“, 68, 1966, s. 327-334. — 13. LINDER, P. J. - CRAIG, J. C. - WALTON, T. R.: Movement of C^{14} -tagged alpha-methoxyphenylacetic acid out of roots. = „Plant Physiol.“, 32, 1957, s. 572-575. — 14. MARTIN, P.: Qualitative und quantitative Untersuchungen über die Ausscheidung organischen Verbindungen aus den Keimwurzeln des Hafers (*Avena sativa* L.). = „Die Naturwissenschaften“, 43, 1956, s. 227-228. — 15. PALEG, L.: Physiological effects of gibberellins. = „Ann. Rev. of Plant Physiol.“, 16, 1965, s. 291-322. — 16. PRESTON, W. H. - MITCHELL, I. W. - REEVE, W.: Movement of alpha-methoxyphenylacetic acid from one plant to another through their root systems. = „Science“, 119, 1954, s. 437-438. — 17. RADEMACHER, B.: Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen. In: Ruhland, W.: Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. XI, s. 653-706. Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1959. — 18. RACHTEJENKO, J. N.: O sezonnom cikle pogloščeniya i vyděleniya mineral'nych pitatel'nych veščestv korňami drevěsnych porod. = „Fiziol. rastěnij“, 5, 1958, s. 447-450. — 19. ROVIRA, A. D.: Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. I. The nature of root exudate from oats and peas. = „Plant and Soil“, 7, 1956, s. 178-194. — 20. RUDDAT, M. E. - HEFTMANN, E. - LANG, A.: Conversion of steviol to a gibberellin-like compound by *Fusarium moniliforme*. = „Archives of Bioch. and Bioph.“, 111, 1965, s. 167-190. — 21. SCHNEIDER, G. -

SEMBDNER, G. - SCHREIBER, K.: Gibberelline, ihre Derivate und Abbauprodukte. Eine tabellarische Übersicht. = „Die Kulturpflanze, Ber. u. Mitt. Inst. f. Kulturpflanzenforsch. Gatersleben“, 13, 1965, s. 267-493. — 22. ŠEBÁNEK, J.: Die Interaktion endogener Gibberelline in der Korrelation zwischen Wurzel und Epikotyl bei *Pisum*-Keimlingen. = „Flora“, A, 156, 1965a, s. 303-311. — 23. ŠEBÁNEK, J.: The interaction of endogenous gibberellins in correlation with cotyledons and axillary buds in the pea (*Pisum sativum* L.). = „Biol. Plant.“, 7, 1965b, s. 194-198. — 24. ŠEBÁNEK, J.: Vliv amputace epikotylu na hladinu endogenních giberelinů v kořenech klíčících rostlin hrachu. = „Biol. Plant.“, 8, 1966a, s. 470-475. — 25. ŠEBÁNEK, J.: Einfluß des Kinetins auf den Gehalt endogener Gibberelline in den Wurzeln dekapitierter Erbsenkeimlinge. = „Die Naturwissenschaften“, 53, 1966b, s. 336.

K problematice выделения гиббереллина корнями гороха

Растения гороха сорта 'Раман' выращивались на свету в течение 14 дней в сосудах с водой. Если растения в период культивации были интактными, после окончания опыта можно было доказать в культивационной воде достоверное содержание гиббереллинов, выделенных из корней опытных растений. Однако если у растений вначале выращивания отрезались эпикотили, а регенерирующие котиллярные и сериальные почки систематически удалялись, наличие гиббереллинов в культивационной воде не удавалось данным методом доказать. При том на развитие корневой системы приведенная операция не оказала достоверного влияния, в связи с чем, вероятно, и не были особенно существенно изменены условия для развития эпифитной корневой микрофлоры, которая могла бы содействовать гиббереллиновой активности культивационной воды. Различия в содержании гиббереллинов в воде, в которой культивировались интактные и лишенные стеблевой системы растения, наблюдаются следовательно, прежде всего в связи с тем, что в результате удаления стеблей впоследствии существенно ослабляется биосинтез гиббереллинов в корнях. Согласно этому выделение гиббереллинов корнями гороха непосредственно связано с интенсивностью синтеза гиббереллинов в этих органах.

Текст к рисункам

1. Пример хроматографического разделения эндогенных гиббереллинов, выделенных корнями а) интактных растений гороха, б) растений гороха, лишенных стеблевой системы. На оси x: Rf, на оси y: процент прироста гипокотилей прорастающих растений салата, примененных в качестве тест-растения. Статистически достоверны только десятипроцентные различия и больше. Черные пятна показывают положение гиббереллинов GA3 и GA1, примененных в качестве индикаторов. Стимуляция, вызываемая при Rf 0,2 нативными гиббереллинами под п. а), отвечает приблизительно стимуляции, которая вызывается раствором 8 мкг/л гиббереллинового препарата, содержащего GA3 и GA1.

Contribution to the Problem of the Release of Gibberellin by the Roots of the Peas

Pea plants of the 'Raman' variety have been cultivated under light in pots with water for 14 days. Were the plants intact during the cultivation, it was possible at the end of the experiment to prove the significant content of gibberellin released from the roots of the investigated plants into the water used for cultivation. But if the epicotyls of the plants have been excised at the beginning of their growth and also the regenerating cotylary and serial buds were continuously excised, gibberellins were not provable in the cultivation water by the method employed in the analyses. The development of the root system by the mentioned operation was not significantly affected. Also probably the environmental conditions for the development of the epiphytic microphytes on the roots was not essentially changed, which would contribute to the gibberellin activity of the cultivation water. The difference of the gibberellins content in the water in which intact plants and plants with excised stem systems have been cultivated, is first of all in connection with the removal of the stem which later essentially reduces gibberellin biosynthesis in the roots. According to this the release of gibberellin by the pea roots is connected directly with the intensity of gibberellins synthesis in these organs.

Text to the figures

1. An example of the chromatographic division of endogenous gibberellins released by roots of a) intact pea plants, b) pea plant with excised stem systems. On the (x) axis is Rf and on (y) axis the growth of germinating lettuce plants hypocotyls used as a tester expressed in percents. Only differences of ten percent and over are significant. Black spots show the location of gibberellin GA₁ and GA₂ used as indicators. Stimulation induced at Rf 0.2 by native gibberellins sub-a) responds approximately to the stimulation, that is induced by 8 μ gr/l of gibberellin preparation contained GA₃ and GA₁.

Adresa autorů:

Doc. dr. Jiří Šebánek, DrSc., František Kopecký, Vysoká škola zemědělská, Brno, katedra biologie jihlavského oddělení, Jihlava, Tolstého 16

■ Zjištění, že gibereliny jsou přirozenými hormony rostlin, vede ke snaze o poznání jejich dynamiky v procesu růstu. Toto poznání může být v budoucnu podkladem pro cílevědomé využití giberelinů v praxi.

Okazawa (1959) zjistil, že bramborové rostliny včetně hlíz obsahují nativní gibereliny a v jednotlivých orgánech jsou podle množství obsaženy v tomto pořadí: Klíčky < vrchol stonku < hlíza < střední část stonku < listy. U bramborových hlíz, které ztratily schopnost vyklíčit, byl zjištěn velmi nepatrný obsah giberelinů (Okazawa 1960). Pokud však byly tyto hlízy ponechány měsíc na denním osvětlení, došlo k rychlému vzestupu hladiny giberelinů a také k schopnosti klíčit. Bramborové hlízy v době klidu vykazují malé množství giberelinů v aktivní formě, která se v době klíčení zvyšuje až 30X, jak dokázali Rappaport a Smith (1962). Boo (1961) zjistil, že po aplikaci giberelinu (GA₃) došlo ke snížení obsahu inhibitoru -β v bramborové hlíze, což svědčí o schopnosti exogenní GA₃ rušit odpočinkové stadium rostlin.

MATERIÁL A METODIKA

Práce byla vykonána v r. 1965–1966. Bramborové hlízy ze sklizně r. 1965 nám dodal Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě. Hlízy byly uskladněny v boxech se stabilní teplotou a vlhkostí. Odběr byl prováděn vždy tak, aby byly získány hlízy nepoškozené a tvarově i váhově přibližně stejné. Materiál byl analyzován vždy okamžitě. Vzorky byly odebírány z vrcholové části hlíz vždy s apikálním okem. Technika odběru vzorků byla ve většině případů stejná. Korkovrtem byl z hlízy vykrojen váleček dužniny o průměru 1 cm. Vzorky odebírané 40 dnů po výsadbě byly analyzovány u zakládajících se hlíz vždy tak, že vzorek tvořila celá malá hlíza. Stolony byly odebírány vždy celé při délce 10–15 cm. Jen při odběru 14 dnů po výsadbě byly vzaty vzorky celých stonků i s částmi vyrostlými nad povrch půdy. Váha vzorků je vyznačena v textu u grafů a pohybovala se podle údajů v rozmezí 2–5 g rostlinného materiálu. Uváděné chromatogramy představují typické příklady charakterizující stav endogenních giberelinů.

Každý jednotlivý vzorek byl rozetřen ve 3 ml (pouze u vzorku s 5 g navážky bylo použito 5 ml) metanolu a kvantitativně vpraven do zkumavky a uložen v chladničce. Zde probíhala extrakce po 12 hodin. Extrakt byl dále přefiltrován jednoduchým filtrem, několikrát promyt metanolem a odpařen do sucha ve vakuu na vodní lázni při 40 °C. Odparek byl extrahován 4 ml metanolu a metanol znovu za nízké teploty (do 40 °C) odpařen. Extrakce metanolem s následným odpařením byla ještě jednou opakována. Přechýlený zbytek byl konečně vyloučen 5 ml etylacetátu, který byl znovu odpařen. Výsledný odparek byl rozpuštěn v 0,5 ml etylacetátu. Mikropipetou bylo odebráno 0,4 ml etylacetátového roztoku a ten byl nánášen mikrokapilárou na start chromatografické desky.

K chromatografii bylo použito tzv. tenkých vrstev silikagelu GF₂₅₄ (výrobek firmy E. Merck AG., Darmstadt) podle Stahla. Chromatografické desky byly připraveny tak, že na skleněné desky o rozměrech 8×14 cm bylo naneseno 2 g silikagelu rozmíchaného v 5 ml destilované vody. Po vyschnutí a aktivaci byly

vymezeny plochy 3,5×12 cm, takže na jedné desce vznikly dvě plochy stejných rozměrů, mezi sebou oddělených podélnou rýhou.

Při nanášení extraktu jsme dbali toho, abychom mikrokapilárou nepoškodili vrstvu silikagelu a tak nenarušili vzestupný proud vyvíjejícího systému. Za vysoušení fénem jsme nanášeli po celé šíři startu jedné poloviny desky. Dbali jsme, aby šíře nanášené skvrny byla co nejmenší, což se projevilo na kvalitě chromatografického dělení vzorku. Na druhou polovinu desky jsme nanесли standardní roztok Gibrescolu (giberelin A₃-90-95 %, A₁ i A₂ -4,5 % do 6 %, kolem 0,5 váz. voda, polský výrobek, Kutno, výr. série 630511).

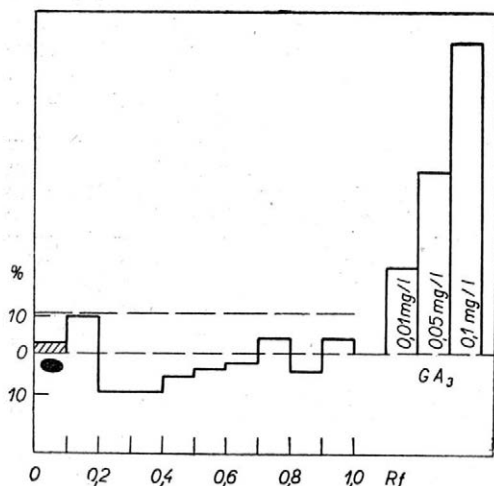
Vyvíjení probíhalo ve skleněné kyvetě v systému podle Semboednera a kol. (1962) – 80 ml chloroformu, 20 ml etylacetátu, 5 ml ledové kyseliny octové. Po dotečení systému do vzdálenosti 10,5 cm od startu byly desky vyjmuty z komory a vysoušeny ve vodorovné poloze 12 hodin v blízkosti spuštěného ventilátoru. Každý chromatogram byl na obou polovinách silikagelové desky rozdělen do obdélníků o šíři 1 cm. 0,5 cm nad startem bylo pak deset políček až do čela vyvíjení. Dále bylo vymezeno pod startem a nad čelem každé poloviny chromatogramu po jednom políčku ve vrstvě silikagelu; jedno políčko obsahovalo silikagel čistý, druhé silikagel, jímž prošel chromatografický systém.

K biologické testaci giberelinů (Frankland a Wareing 1961) bylo použito dvoudenních klíčnic rostlin salátu (*Lactuca sativa* L.) odrůdy 'Stupický kamenáč' k rychlení (Krekule a Teltscherová 1962). Do Petriho misek o průměru 4,5 cm byl vložen filtrační papír, na který byl pečlivě seškrabán 1 obdélníček tenké vrstvy. Dále byly do takto připravených misek přidány 2 ml a později ještě 1 ml destilované vody a v ní důkladně suspendována seškrabaná část tenké vrstvy. Testovací rostlinky salátu byly vkládány do Petriho misek vždy po 12 kusech; byly vybírány rostlinky o délce kořínků 4–5 mm a s dělohami ještě uzavřenými perikarpem. Z každé chromatografické desky bylo testováno vždy 10 políček pokusných a 2 políčka kontrolní.

Takto připravené řady Petriho misek s testovacími rostlinami byly vloženy do skleněné kyvety, ve které bylo dno pokryto 1 cm vrstvou buničité vaty nasycené vodou. Kyveta byla uzavřena a umístěna pod zářivkový osvětlovací panel po 72 hodin. U testovacích rostlin byly měřeny hypokotylly a k vynesení grafů byly použity průměrné hodnoty hypokotylů ve vztahu ke kontrole a vyjádřeny v procentech.

Poloha standardu GA₃ na desce byla stanovena chemickou detekcí, při níž byla použita směs koncentrované kyseliny sírové a absolutního etanolu v poměru 2:8. Po zahřátí detekčním činidlem jemně postříkaného chromatogramu bylo možno pod ultrafialovým světlem sledovat fluoreskující skvrnu GA₃; v uvedeném chromatografickém systému odpovídala poloha skvrny GA₃ hodnotě R_f 0,1. U jednotlivých grafů byla propočítána minimální hranice průkaznosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

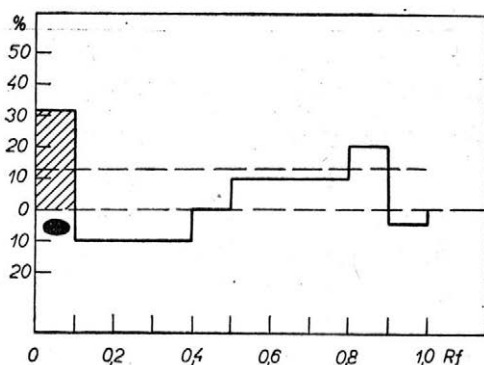


U polorané odrůdy 'Jizera' byl stanovován obsah endogenních giberelinů nejprve v apikální části hlízy 70 dní po sklizni (23. 10. 1966) (obr. 1) a 165 dní po sklizni (ze sklizně 1965) (9. 2. 1966) (obr. 2), pak po výsadbě ve stonku, a to 14 dní do výsadbě (obr. 3) a za 40 dní po výsadbě (obr. 4). Podle toho ještě 23. 10. 1966 nebyly aktivní endogenní gibereliny v hlízách dokazatelné, a tedy u uvedené odrůdy neskončil v té

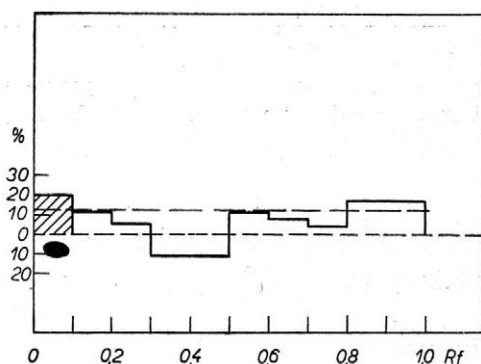
1. Apikální část hlízy odrůdy 'Jizera' o váze 2 g dužniny 70 dnů po sklizni, tj. 23. 10. 1966.

době ještě vnitřní odpočinek hlíz. Naproti tomu 9. 2. 1966 svědčí vysoký obsah aktivních giberelinů o plném ukončení období odpočinku. Klíčením hlíz se obsah giberelinů vyčerpával, o čemž svědčí pokles giberelinové hladiny na obr. 3. Dalším růstem rašících hlíz došlo však opět k silnější aktivaci giberelinů, přičemž je pozoruhodný i vzestup aktivity v oblasti R_f 0,4 (obr. 4), což působí podle S e m b d n e r a a kol. GA_4, A_5, A_7 .

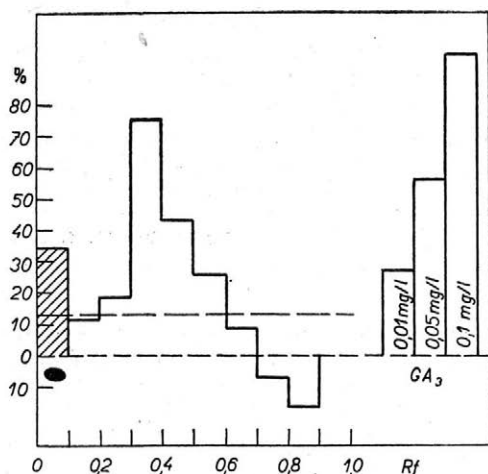
U rané odrůdy 'Amsel' byly vykonány obdobné analýzy jako u odrůdy 'Jizera'. Obráz 5 ukazuje, že obsah endogenních aktivních giberelinů ani u této odrůdy nebyl v době odpočinku za 70 dní po sklizni dokazatelný. Avšak za 165 dní po sklizni byl obsah giberelinů velmi značný (obr. 6), dokonce dvojnásobný proti obdobné analýze u odrůdy 'Jizera'. Svědčí to o tom, že stupeň ranosti odrůdy je v přímé závislosti i na rychlosti aktivace endogenních giberelinů v hlízách a tím patrně i na rychlosti ukončení vnitřního odpočinku hlíz.



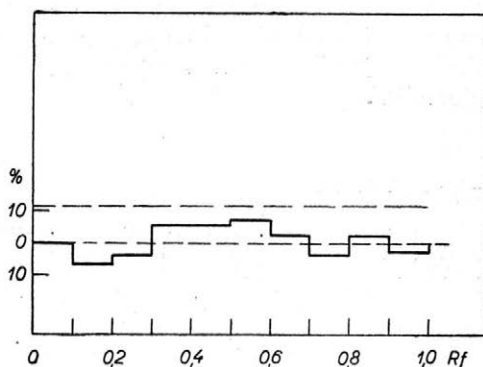
2. Apikální část dužniny s klíčkem 2 mm, o váze 2 g odrůdy 'Jizera' 165 dnů po sklizni, tj. 9. 2. 1966



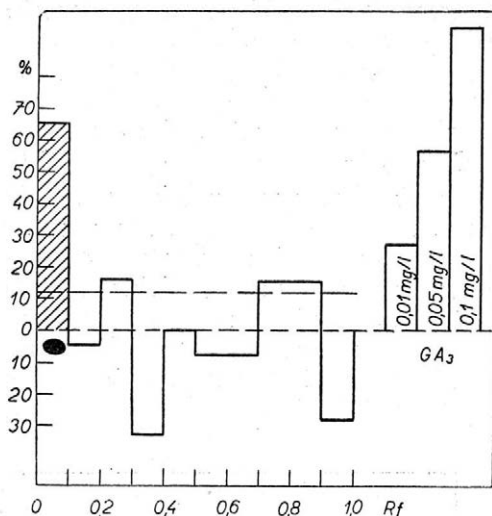
3. Analýza 5g stonku bramboru 4 cm dlouhého odrůdy 'Jizera' 14 dnů po výsadbě, tj. 15. 5. 1966



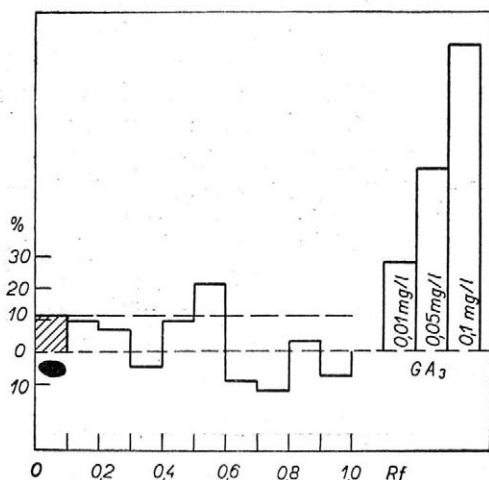
4. Analýza stolonů délky 8–15 cm odrůdy 'Jizera' 40 dnů po výsadbě, tj. 13. 6. 1966 o navážce 2 g stolonů



5. Apikální část hlízy odrůdy 'Amsel' 70 dnů po sklizni, tj. 23. 10. 1966, navážka 2 g



6. Apikální část dužniny s klíčkem 1 mm, 165 dnů po sklizni, tj. 9. 2. 1966, navážka 2 g



7. Analýza zakládající se hlízy o průměru 1 cm a váze 2 g odrůdy 'Amsel' 40 dnů po výsadbě, tj. 13. 6. 1966

Obsah giberelinů v zakládajících se hlízách (obr. 7) u odrůdy 'Amsel' byl poměrně nízký, což vzhledem k rychlosti růstu těchto lodyžních orgánů dosti překvapuje.

SOUHRN

Pomocí chromatografie na tenkých vrstvách byl stanovován obsah endogenních giberelinů ve vrcholových částech odpočívajících a rašících hlíz, jakož i ve stolonech a zakládajících se hlízkách rostoucích rostlin bramboru odrůd 'Jizera' a 'Amsel'. U obou odrůd nebyl obsah endogenních giberelinů v době jejich odpočinku vůbec dokazatelný, ale po ukončení etapy klidu prudce stoupl, a to rychleji u rané odrůdy 'Amsel' než u pozdější odrůdy 'Jizera'. Rychlost aktivace giberelinů může podle toho být indikačním stupněm ranosti odrůdy. Ve stolonech rostoucích rostlin po výsadbě se rychlým prodlužovacím růstem endogenní gibereliny značně spotřebovávají, takže jejich hladina opět klesá. Překvapuje, že v zakládajících se hlízách lze dokázat jen velmi nízký obsah giberelinů.

Došlo dne 19. 4. 1967

Literatura

1. BOO, J.: The effect of gibberellic acid on the inhibitor complex in resting potato. = „Physiol. Plant.“, 14, 1961, s. 676. — 2. FRANKLAND, B. - WAREING, P. F.: Effect of gibberellic acid on hypocotyl growth of lettuce seedlings. = „Nature“, 185, 1961, s. 255-256. — 3. KREKULE, J. TELTSCHEROVÁ, L.: Über den Gehalt an auxin- und gibberellinähnlichen Stoffen bei jarowisierten und nicht jarowisierten Embryonen von Sommer- und Winterweizen. = „Biologia Plantarum“, 5, 1963, s. 549-563. — 4. OKAZAWA, Y.: Studies on the occurrence of natural gibberellin and its effect on the tuber formation of potato plants. = „Proc. Crop. Sci. Soc. Japan“, 28, 1959, s. 129. — 5. OKAZAWA, V.: = „Proc. Crop. Sci. Soc. Japan“, 29, 1960, s. 121. — 6. RAPPAPORT, L. - SMITH, O. E.: Eigenschaften und

Wirkungen der Gibberelline. = Ed. R. Knapp, Springer-Verlag, Berlin, 1962. — 7. SEMBDNER, G. - GROSE, R. - SCHREIBER, K.: Die Dünnschichtchromatographie von Gibberellinen. = „Experientia“, 18, 1962, s. 584-585.

Изменения в содержании эндогенных гиббереллинов в период покоя и прорастания клубней картофеля сорта 'Йизера' и 'Амсел'

При помощи хроматографии на тонких слоях определялось содержание эндогенных гиббереллинов в верхушечных частях клубней, находящихся в стадии покоя и прорастания, а также и в столонах и в образующихся клубнях растущих растений картофеля сорта 'Йизера' и 'Амсел'. У обоих сортов содержание эндогенных гиббереллинов в период их покоя вообще не было доказуемым, однако после окончания стадии покоя оно резко возросло, а именно быстрее у скороспелого сорта 'Амсель', чем у среднеспелого сорта 'Йизера'. Скорость активации гиббереллинов, согласно этому, может быть индикационной степенью скороспелости сорта. В столонах растущих растений после высадки в результате быстрого удлинительного роста эндогенные гиббереллины значительно быстро расходуются, так что их уровень опять понижается. Удивительно, что в образующихся клубнях можно доказать только весьма малое содержание гиббереллинов.

Текст к графикам

1. Апикальная часть клубня сорта 'Йизера' 70 дней после уборки, т. е. 23. 10. 1966 г. весом 2 г мякоти
2. Апикальная часть мякоти с ростком 2 мм у сорта 'Йизера' 165 дней после уборки, т. е. 9. 2. 1966 г. Вес образца 2 г.
3. Анализ стебля картофеля длиной 4 см сорта 'Йизера' 14 дней после посадки, т. е. 15. 5. 1966 г., весом 5 г
4. Анализ столонов длиной 8—15 см сорта 'Йизера' 40 дней после высадки, т. е. 13. 6. 1966 г., весом 2 г столонов
5. Апикальная часть клубня сорта 'Амсел' 70 дней после уборки, т. е. 23. 10. 1966 г., весом 2 г
6. Апикальная часть мякоти с ростком 1 мм 165 дней после уборки, т. е. 9. 2. 1966 г. весом 2 г
7. Анализ образующихся клубней диаметром 1 см и весом 2 г сорта 'Амсел' — 40 дней после высадки, т. е. 13. 6. 1966 г.

Changes of the Endogenous Gibberellins Content in the Potato Tubers of the 'Jizera' and 'Amsel' variety during the Dormant and Sprouting Stage

By the thin-layer chromatograph analyses, the content of endogenous gibberellin was determined in the apical part of the dormant and sprouting tubers as well in the stolons of the initiating tubers of the growing plant of the 'Jizera' and 'Amsel' variety. The endogenous gibberellin content in both varieties was untraceable at the dormant stage, but after this being ended, the content remarkably raised, faster in the early variety 'Amsel' than in the semi-early variety 'Jizera'. The rapidity of the gibberellins activation, according to this, can be the indication degree of earliness of different varieties. After sowing, the endogenous gibberellin content of the growing plants' stolons is considerably consumed, so that the level of its content drops again. It is surprising that only a very low gibberellin content can be proved in the initiating tubers.

Text to the graphs

1. The apical part of the tuber from the 'Jizera' variety 70 days after harvest, i. e. on the 23rd October 1966, 2 gr. of pulp.
2. The apical part of the pulp with a 2 mm sprout from the 'Jizera' variety 14 days after harvesting, i. e. 15th May 1966. Weight of a sample being 2 gr.

3. Analysis of the 4 cm long potato stalk from the 'Jizera' variety 14 days after sowing, i. e. on the 15th May 1966 at the weight of 5 gr.
4. Analysis of the 8—15 cm long stolon from the 'Jizera' variety 40 days after sowing, i. e. on the 13th June 1966, 2 gr. sample of the stolon.
5. The apical part of the tuber from the variety 'Amsel' 70 days after harvest, i. e. on the 23rd October 1966.
6. The apical part of the pulp, with a 1 mm long sprout 165 days after harvest, i. e. on the 9th February 1966: a 2 gr. sample.
7. The analysis of the initiating tuber 1 cm in diameter and the weight of 2 gr of the 'Amsel' variety 40 days after sowing, i. e. on the 13th June 1966.

Adresa autora:

Ing. J. Lasovský a ing. J. Ehrenbergerová, Vysoká škola zemědělská,
katedra fyziologie rostlin, Brno-Černá Pole, Zemědělská 1

■ Z růstových retardantů zasluhují zvláštní pozornost chlorcholinchlorid (CCC) a maleinhydrazid (MH), z nichž zejména první je v současné době intenzivně zkoumán i z hlediska praktického využití v rostlinné výrobě. Jde především o schopnost CCC zkracovat lodyžní internodia a tak i při vyšších dávkách dusíku zabráňovat poléhání ozimé pšenice. V poslední době je však dokazováno, že i některé odrůdy ovsa a jarního ječmene reagují na CCC zkrácením stébla (Linser, Kühn, Kürten a Schuster 1966, Linser a Kühn 1966). Také prodlužovací růst stolonů bramboru je vlivem CCC brzděn, přičemž toto retardans obdobně jako jiné látky inhibiční povahy může urychlovat tvorbu hlíz (Dyson a Humphries 1966). U cukrovky podporuje CCC růst listů, ale neovlivňuje váhu kořene (Humphries a French 1965), naproti tomu u fazolu zvyšuje CCC váhu kořenů, takže poměr lodyžního systému ke kořenovému vždy klesá (Plaut, Halevy a Shmueli 1964). Schopností CCC podporovat růst kořenů zvláště v pozdějších etapách růstu a vývoje rostlin je možno vysvětlit i fakt, že listy rostlin ošetřených tímto retardantem počnou později žloutnout, takže zůstávají déle zelené (Šebánek 1966a). Dokonce i listy izolované z rostlin ošetřených předtím CCC podstatně pomaleji žloutnou, často tak, jako by byly ošetřeny fytokininem (Halevy a Wittwer 1966, Halevy, Dilley a Wittwer 1966).

Zatímco korelační zásah CCC spočívá zpravidla v tom, že toto retardans zadržuje růst stonků a může podporovat vývin kořenů, zadržuje MH obvykle růst rostliny jako celku, neboť je schopen i v poměrně nízkých koncentracích zastavit buněčná dělení (Carlson 1965). Během posledních 15 let byly zkoumány i četné praktické možnosti využití MH např. k potlačení nežádoucího růstu šlahounů u jahodníku, postranních výhonů u tabáku a bavlníku, k zábraně vykvétání některé zeleniny, k zábraně klíčení uskladněných hlíz i kořenů a k zábraně porůstání sklizeného obilí (Webber 1954, Šebánek 1957, 1958, Jankiewicz, Paczuska a Smolarz 1964). V SSSR je v současné době MH považován za velmi důležitý prostředek ke zvyšování sklizně brambor i cukrové řepy (zvyšování škrobnatosti u cukernatosti a snížení ztrát při skladování) — (Kalinin a Merežinskij 1965).

Fyziologická podstata retardačního účinku CCC i MH zůstává však dosud nejasná. Retardační účinek CCC je v současné době vysvětlován zpravidla tím, že tato látka brzdí biosyntézu endogenních giberelinů (Zeevaart 1965, Simpson 1966, Libbert a Krelle 1966) nebo endogenního auxinu

(Halevy 1963, Knypl 1964). Může však zasahovat i do metabolismu cholinu nebo měnit aktivitu některých enzymů (Bezdek a Honka 1965). Retardační účinek MH se vysvětluje někdy tak, že MH blízkostí své struktury molekuly k uracilu působí jako antimetabolit uracilu, čímž brzdí nebo zcela blokuje biosyntézu RNK, a tím i proteosyntézu (Kalinin a Merežinskij 1965). Jindy je účinek MH vykládán tím, že toto retardans aktivuje enzym oxidující auxin (tzv. auxinoxidázu) — (Åberg 1953, Andreae 1954).

Úkolem předložené práce je přispět k podstatě retardačního účinku CCC i MH především z hlediska morfogenetických vlivů obou retardantů a z hlediska jejich interakce s giberelinem (GA) v růstových korelacích. Práce přitom vychází z dosavadních poznatků o interakcích MH, GA i CCC v korelacích (viz např. Dostál 1959, 1960a, b, 1963, 1966, Sladký 1966, Šebánek 1963, 1966a) a z předpokladu, že takové důkladné poznání povahy zásahů růstově aktivních látek do korelací může vytvořit vědecký podklad pro jejich seriózní využití v praxi.

MATERIÁL A METODIKA

Za pokusný materiál sloužil len odrůdy 'Reina' šumperské provenience, hrách odrůdy 'Bördi' polské provenience, rajčata odrůdy 'Condine red' a klíčící rostliny netykavky *Impatiens parviflora*. V pokusech 1, 2, 4, 6 a 7 bylo užito klíčících rostlin lnu vysetých do vegetačních nádob o průměru 8 cm se zahradní zeminou a pěstovaných v laboratoři na nepřetržitém zářivkovém osvětlení. Klíčící rostliny *Impatiens parviflora* byly přineseny z volné přírody, jejich kořeny opláchnuty, načež byly rostliny obvyklým způsobem pěstovány ve vodní kultuře na přirozeném dením světle laboratoře. Jako zdroje CCC bylo užito 65% roztoku s označením WR, který mi laskavě dodal Výzkumný stav obilnářský v Kroměříži. Lanolinová pasta s CCC byla připravena po přepočtu celkového obsahu CCC v uvedeném roztoku. Jako zdroje giberelinu jsem užíval polského preparátu Gibrescolu (giberelin GA₃ s malou příměsí GA₁). Roztok tohoto hormonu byl připraven po rozpuštění 100 mg čisté krystalické látky v 1 ml etanolu a po vpravení takto získaného etanolového roztoku do příslušného objemu vody. Maleinhydrazid byl výrobek n. p. Lachema a jeho roztok byl připraven po rozpuštění příslušného množství krystalické substance v horké vodě. Pasty s GA a MH byly připraveny přímo rozetřením příslušného množství těchto krystalických substancí s vodní lanolinovou pastou.

Pokusy byly vykonány v laboratořích nebo na pokusné zahradě katedry biologie jihlavského oddělení VŠZ, pro pokus s rajčaty byla autorovi dána k dispozici část skleníku Výzkumné stanice katedry pícninářství VŠZ ve Žďáře nad Sázavou. Vedoucím této katedry doc. dr. ing. F. Burešovi za to srdečně děkuji!

V podrobnostech metodiky odkazuji na experimentální část práce.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pokus 1. Úkolem pokusu bylo ověřit, do jaké míry jsou MH, CCC a GA schopny zasahovat do poměrů dominance mezi pupeny v úžlabích děloh (kotyláry) u lnu. Rostliny 10 dní staré jsem proto dekapitoval těsně nad dělohami a hned po dekapitaci jsem je rozdělil do tří sérií: na jednu dělohu jsem vždy natřel vodní pastu, ale na druhou v 1. sérii 10% pastu s CCC, ve 2. sérii 10% pastu s MH a ve třetí sérii 0,5% pastu s GA. Za 14 dní po dekapitaci a nátěrech past byl vyhodnocen růst kotylárů s výsledkem, který je zřejmý z tabulky I.

Inhibovaný kotylár byl zpravidla zcela v růstu zadržen, dominující měřil v průměru v 1. sérii 15 mm, ve 2. sérii 27 mm a ve třetí sérii 60 mm. Z ta-

I. Vliv pasty s CCC, MH, resp. GA (natřené na jednu z obou děloh) na dominanci mezi kotyláry dekapitovaných klíčnic rostlin lnu

Série	Počet rostlin	Na jedné děloze pasta	Počet případů, kdy kotylář ošetřený pastou s růstově aktivní látkou	
			rostl	byl zadržen
1	50	10% CCC	22	28
2	50	10% MH	27	23
3	50	0,5% GA	4	46

bulky I je zřejmé, že GA pasta v 92 % případů zadržovala růst kotyláru v úžlabí jí ošetřené dělohy, zatímco růst kotylárů v úžlabí dělohy ošetřené CCC nebo MH pastou byl zadržen jen v 56, resp. 46 % případů. Podle toho není CCC ani MH schopen určit dominanci mezi kotyláry. Naproti tomu téměř pravidelný inhibiční vliv GA pasty na růst pupenu v úžlabí jí ošetřené dělohy souvisí patrně se schopností exogenního giberelinu aktivovat nativní auxin, jehož hladina se tak může vlivem GA zvýšit na supraoptimální, pro růst již inhibiční výši. Pokus byl s obdobným výsledkem třikrát opakován.

Pokus 2. Již Kořínek (1922) a Komárek (1930) dokázali, že u klíčnic rostlin lnu po seříznutí epikotylu a jedné dělohy roste pravidelně jen pupen v úžlabí dělohy ponechané. Epigeická děloha lnu tu tedy na rozdíl od hypogeické dělohy hrachu projevuje stimulační vliv na růst svého axiláru. Tento stimulační vliv trvá i tehdy, je-li na ponechanou dělohu natřena pasta s indolyctovou kyselinou (IAA) nebo s GA, naproti tomu je pupen ponechané dělohy zadržen v růstu, je-li tato děloha potřeba pastou s trijodbenzoovou kyselinou (TIBA) nebo metylchlorfenoxycetovou kyselinou (MCPA) — (Dostál 1959). Úkolem dalšího pokusu bylo ověřit, zda CCC je schopen obdobně jako

II. Vliv pasty s CCC a GA na růst kotyláru u rostlin lnu zbavených epikotylu a jedné dělohy

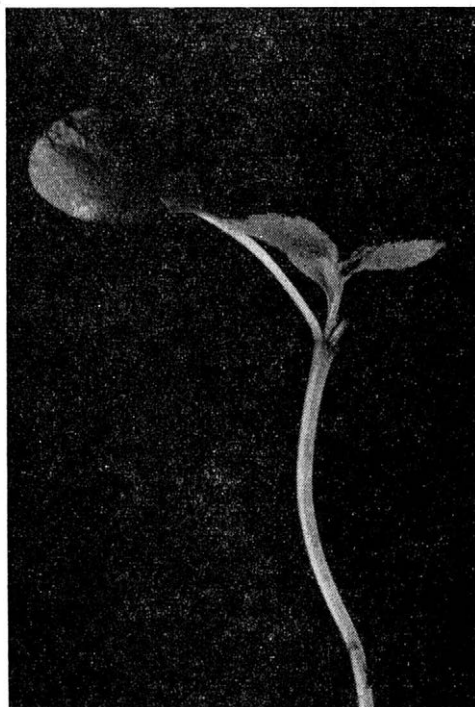
Série	Pasta	Nátěr pasty	Délka kotyláru v mm v úžlabí dělohy	
			ponechané	amputované
1	10% CCC	na ponechanou dělohu	7,5 ± 3.0,61	0
2	0,5% GA		15,7 ± 3.1,40	0
3	vodní		10,9 ± 3.0,90	0
4	10% CCC	na řapík odříznuté dělohy	8,5 ± 3.0,71	0
5	0,5% GA		18,7 ± 3.1,91	0
6	vodní		11,2 ± 3.0,80	0

Pozn.: Rozdíly v délce kotyláru ponechané dělohy jsou průkazné, až na rozdíly mezi sériemi: 1–4, 2–5, 3–4, 3–6

TIBA či MCPA zadržet kotylár ponechané dělohy, popřípadě zda GA nepozmění korelaci mezi kotyláry tehdy, je-li pasta s tímto fytohormonem natřena na řapík amputované dělohy. Za tím účelem byly 12 dní staré klíčící rostliny lnu zbaveny epikotylu a jedné dělohy tak, že byl na rostlinách ponechán toliko řapík této dělohy. 10% pasta s CCC byla hned po této operaci natřena buď na ponechanou dělohu, nebo na řapík odříznuté dělohy. Obdobně byla v dalších variantách tohoto pokusu natřena 0,5% GA pasta. Za 8 dní po nátěru past byly změřeny kotyláry s výsledkem, který ukazuje tabulka II. V každé sérii v tabulce II uvedené bylo 50 rostlin.

Podle toho CCC ani v silně koncentrované 10% pastě natřené na ponechanou dělohou nepřekoná stimulační vliv této dělohy na růst jejího axiláru. Obdobně — jak bylo ostatně možno očekávat již podle výsledků předešlého pokusu — ani GA pasta natřená na řapík amputované dělohy nepodnítlí růst axiláru této dělohy. GA pasta průkazně stimuluje prodlužovací růst kotyláru, a to ve stejné míře bez ohledu na to, je-li natřena na ponechanou dělohu nebo řapík dělohy odříznuté. Také CCC po nátěru pasty jak na ponechanou dělohu, tak i na řapík odříznuté dělohy ve stejném stupni průkazně inhibuje růst kotylárů.

P o k u s 3. Nejen epigeická děloha lnu, nýbrž i netykavky *Impatiens parviflora* projevuje zcela pravidelně stimulační vliv na růst svého axiláru.



1. Klíčící rostlina *Impatiens parviflora*. Děloha podporuje růst svého úžlabního pupenu, neboť po amputaci epikotylu a jedné dělohy vyrůstá jen axilár ponechané dělohy

Byly-li klíčící rostliny *Impatiens*, přenesené 25. 4. z volné přírody, dále kultivovány v laboratoři ve vodní kultuře tak, že byly zbaveny epikotylu a jedné dělohy, ukázal se u všech 50 do pokusu zařazených rostlin stimulační vliv ponechané dělohy (obr. 1). Podobně jako u lnu i na tomto pokusném objektu uplatňovala děloha na růst svého axiláru i tehdy svůj stimulační vliv ponechané dělohy (obr. 1). pastou. Byla-li na ponechanou dělohu natřena 0,5% GA pasta, byl růst obou děložních axilárů zadržen, ale zato se nápadně prodlužoval epikotylní pahýl. Inhibiční vliv GA pasty na kotylární růst by tu bylo lze opět vysvětlit možným účinkem GA na aktivaci endogenního auxinu v supraoptimální, pro růst kotylárů tohoto druhu již inhibiční výši.

P o k u s 4. Dvacet dní staré klíčící rostliny lnu byly dekapitovány nad druhým nebo nad čtvrtým listem, takže byly na rostlinách ponechány buď dělohy s jedním párem listů, nebo dělohy se dvěma listovými páry. Jak ukázaly pokusy D o s t á l a, vyrůstají u rostlin dekapitovaných nad prvním listovým párem normálně vždy jen děložní axiláry, protože jsou ve svém embryo-

III. Růst děložních a listových axilárů po nátěru 10% CCC pasty přímo na kotylární základy u lnu dekapitovaného nad 2. nebo 4. listem

Varianta	Epikotyl dekapitován nad	Nátěr pasty na kotylární základy	Délka v mm					
			kotyláru		axiláru			
			dominujícího	inhibovaného	1. listu	2. listu	3. listu	4. listu
1	2. listem	10% CCC	17,0±3.2,0	0	0	0,4	—	—
2		vodní	69,5±3.2,7	3,1	0	0,1	—	—
3	4. listem	10% CCC	12,7±3.1,6	2,0	0	0	0	2,0
4		vodní	74,5±3.3,0	1,7	0	0	0	2,1

Pozn.: Rozdíly v délce dominujícího kotyláru mezi variantami 1–2 a 3–4 jsou vysoce průkazné

nálním vývinu mnohem více podporovány velkými dělohami, než jsou podporovány axiláry následujícího nodu svými malými listy. Tyto listové axiláry je možno přivést k růstu jen tehdy, když na ně aplikujeme fytoakinin. Podobně i po dekapitaci vykonané nad druhým listovým párem se pravidelně ukazuje dominance kotylárů dokonce i tehdy, když jsou obě dělohy ošetřeny CCC, MH, TIBOU nebo 2,4-D (Dostál 1966). V dalším pokuse jsem si položil otázku, zda nátěr velmi silně koncentrované 10% CCC pasty vykonaný přímo na kotylární základy bude schopen potlačit růst kotylárů a vést k případnému růstu listových axilárů. Ukázalo se však, že ani toto tak bezprostřední zapůsobení silně koncentrované CCC pasty na děložní axiláry nezmění normální bazální dominanci, takže stále rostou kotyláry, byť i podstatně slaběji než u kontrolních rostlin bez CCC. Růst děložních a listových axilárů, vyhodnocený po uply-

IV. Vliv máčení semen hrachu chudého endogenním giberelinem v roztocích CCC nebo GA, resp. ve směsi obou roztoků na prodlužovací růst epikotylů

Série	Semena máčena v roztoku	Koncentrace	Délka epikotylu 14 dní starých rostlin v mm
1	CCC	30 g/l	57±3. 1,2
2	GA	100 mg/l	240±3.18,0
3	CCC GA	30 g/l 100 mg/l	148±3.24,0
4	voda	—	55±3.0,86

Pozn.: Rozdíly mezi jednotlivými sériemi jsou průkazné až na rozdíl mezi sérií 1 a 4

nutí 18 dní od dekapitace a nátěru past, je zřejmý z tabulky III. V každé ze čtyř variant pokusu bylo 25 rostlin.

Pokus 5. U normálního (nezakrslého) hrachu odrůdy 'Raman' inhibovala 5% pasta s CCC, natřená na vrcholovou část epikotylu, prodlužovací růst stonku. Byla-li však současně s touto pastou natřena i 0,5% GA pasta, projevila se stimulace růstu stejná jako u rostlin ošetřených pouhou GA pastou. CCC nebyl tedy schopen rušit účinek exogenního giberelinu (Šebánek 1966a). Také Libbert a Krelle (1966) na podkladě studia vlivu CCC na zakořeňování řízků docházejí k závěru, že „CCC je antagonistou endogenního, nikoli však exogenního giberelinu“. Další dva pokusy však dokazují, že tento závěr není obecně platný.

Dne 30. 5. byla na 20 hodin namočena semena zakrslého hrachu polské provenience ('Bördi')

1. do roztoku CCC 30 g v litru vody,
2. do roztoku GA 100 mg v litru vody,
3. do roztoku obsahujícího v litru vody 30 g CCC a 100 mg GA,
4. do vody.

Semena byla vyseta do vegetačních nádob (v každé variantě 5 nádob po 15 semenech). Průměrná výška epikotylů v mm ke dni 13. 6. je uvedena v tabulce IV (str. 859).

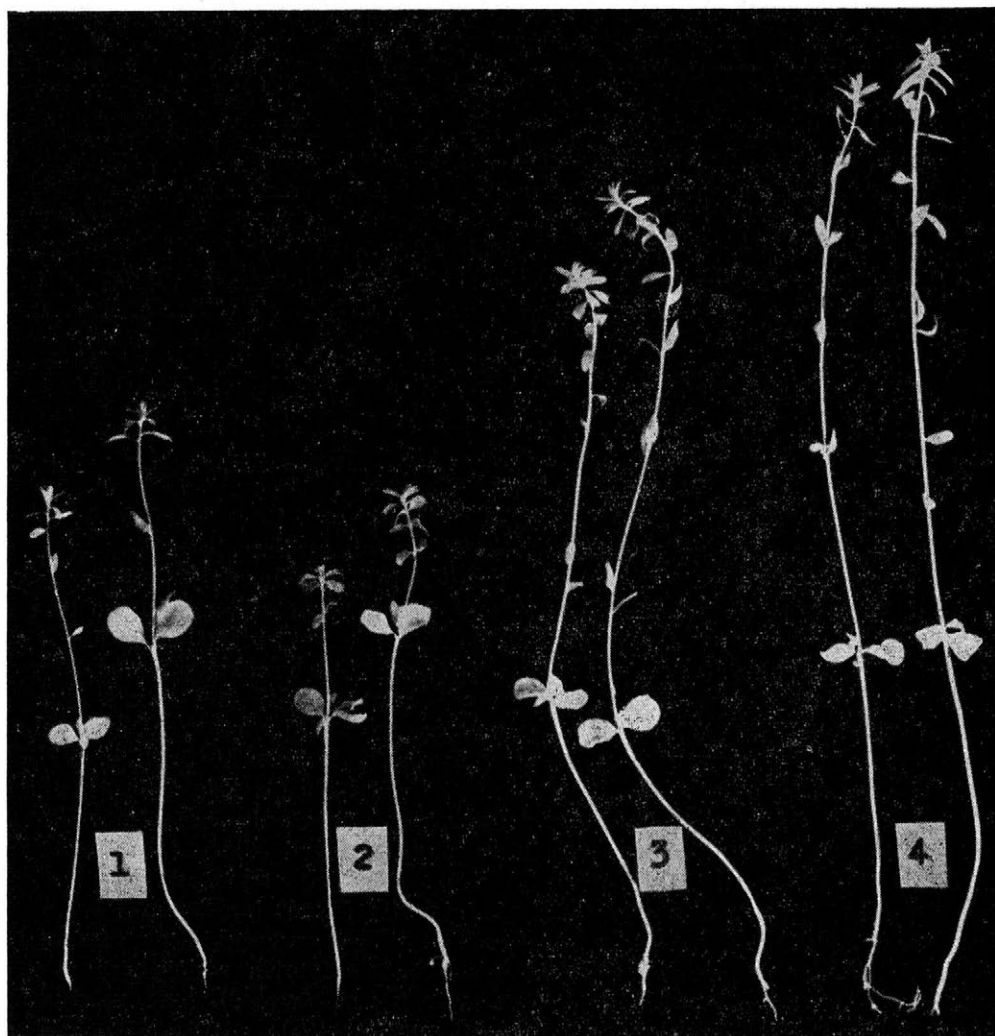
Z tabulky IV je zřejmé, že u zakrslé odrůdy hrachu chudé endogenním giberelinem se zbobtnání jeho semen v 3% roztoku CCC vůbec neprojevilo inhibičně v růstu epikotylů. Giberelin sám o sobě působil na tento růst silně stimulačně, ale jeho stimulační účinek byl průkazně zeslaben, byl-li spolu s giberelinem semenům dodán i CCC v téže koncentraci, v níž sám o sobě působil indifferenčně. Z toho je zřejmé, že u hrachu chudého endogenním giberelinem zeslabuje CCC účinnost exogenního giberelinu.

Pokus 6. Také u lnu se ukázalo, že CCC je schopen zeslabit účinek exogenního giberelinu, a to dokonce i tehdy, je-li CCC v podobě roztoku aplikován do půdy a GA v podobě pasty natřen na bázi epikotylu. Len byl vyset 4. 11. do vegetačních nádob se zahradní zeminou a pěstován v laboratoři za

V. Interakce CCC a GA v růstu epikotylů lnu

Série	Růstově aktivní látka	Forma aplikace	Místo aplikace	Stáří rostlin v době aplikace dní	Délka epikotylu v mm u rostlin 4 týdny starých
1	CCC	2% roztok	zálivka do půdy	13	$42 \pm 3.2,3$
2	GA	0,5% pasta	nátěr na bázi epikotylu	11	$131 \pm 3.6,5$
3	CCC	2% roztok	zálivka do půdy	13	$112 \pm 3.4,0$
	GA	0,5% pasta	nátěr na bázi epikotylu	11	
4	—	—	—	—	$94 \pm 3.3,1$

Pozn.: Rozdíly mezi všemi sériemi jsou vysoce průkazné



2. CCC zeslabuje na klíčcích rostlinách lnu stimulační účinek exogenního gibberelinu. 1 — kontroly; 2 — rostliny zalité 2% roztokem CCC; 3 — rostliny zalité 2% roztokem CCC a na bázi epikotylu natřené 0,5% pastou s GA; 4 — rostliny natřené na bázi epikotylu 0,5% pastou s GA

nepřetržitého zářivkového osvětlení. Rostliny byly rozděleny do 4 sérií (v každé sérii 5 vegetačních nádob o průměru 8 cm po 25 rostlinách):

1. rostliny zality 17. 11. 2% roztokem CCC (20 ccm na vegetační nádobu),
2. rostliny zality 17. 11. jako v sérii 1 a navíc již 15. 11. potřeny na epikotylní bázi 0,5% pastou s GA,
3. rostliny toliko potřeny 15. 11. na epikotylní bázi 0,5% pastou s GA a 17. 11. zality místo roztokem CCC pouhou vodou,

4. kontrolní rostliny (potřené 15. 11. vodní pastou a 17. 1. místo roztokem CCC zalaty pouhou vodou).

Růst epikotylů rostlin v jednotlivých pokusných sériích (ze dne 2. 12.) je zřejmý z tabulky V.

I v těchto formách aplikace je tedy u lnu CCC schopen průkazně zesilovat stimulační účinek giberelinu (obr. 2).

Pokus 7. Možnost přenosu růstových účinků MH, CCC, resp. GA prostřednictvím semen z jedné generace do druhé byla zkoumána v pokusech, v nichž na tobolek lnu (pěstovaného na záhonech pokusné zahrady) byla těsně po odkvětu ve spodní polovině tobolek koldokola natřena buď 0,5% GA pasta (1. série), nebo 4% MH pasta (2. série) či 20% CCC pasta (3. série), resp. pro kontrolu pouhá vodní pasta (4. série). Když semena v takto ošetřených tobolekách dozrála, byla v jednotlivých sériích odděleně sklizena. Za 3 měsíce po sklizni (5. 1. 1967) byly vzorky semen všech čtyř sérií vyloženy po 100 kusech do Petriho misek s vlhkým filtračním papírem. Misky se semeny byly uloženy do tmy v termostatu při 22 °C. Růst klíčnicích rostlinek na Petriho miskách ukazuje tabulka VI.

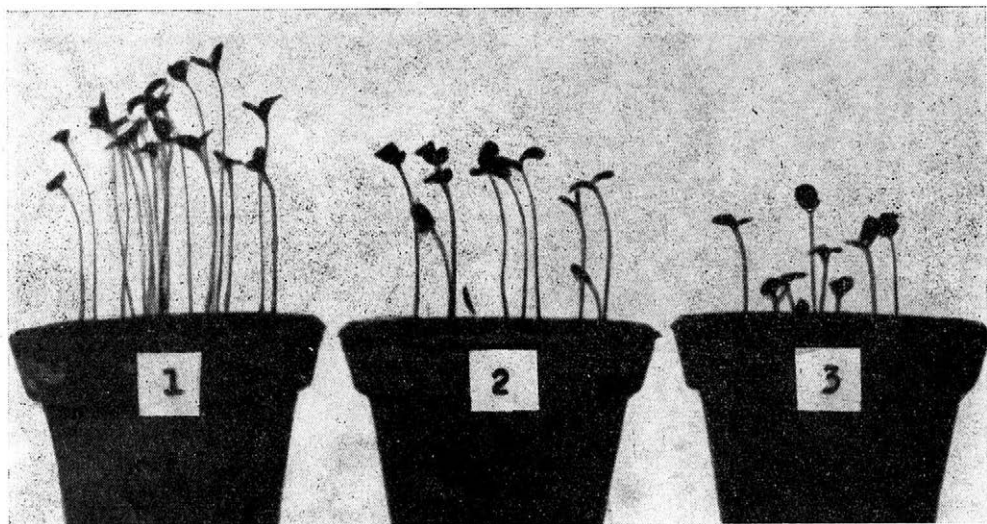
Podle toho MH i v této formě aplikace průkazně růst klíčnicích rostlin brzdil, giberelin naopak podporoval, ale CCC působil indiferentně.

Současně s vyložením semen do Petriho misek byla další část semen (v každé sérii 150) vyseta do vegetačních nádob se zahradní zeminou, vystavených nepřetržitěmu zářivkovému osvětlení. Také zde se jevil od počátku stimulační účinek giberelinu a retardační účinek MH na hypokotylní růst. Stav rostlin této pokusné série v době, kdy rostliny ve stáří 6 dnů neměly ještě vyvinuty epikotily, ukazuje obr. 3. V dalším růstu rostlin, když se již epikotily počaly vyvíjet, se však ukázaly pozoruhodné rozdíly u série 2 (rostliny vyklíčivší ze semen, jež byla získána z tobolek ošetřených MH). Zde 20 % rostlin zůstalo ve fázi děloh, takže se na nich epikotily nevyvinuly vůbec, u zbývajících rostlin se však epikotily vyvinuly naopak velmi silně, takže měřily u 12 dní starých rostlin v průměru 25 mm, zatímco u stejně starých rostlin série 1 (s GA) 12 mm a u zbývajících sérií (třetí a čtvrté) jen 8 mm (obr. 4). Nejpozoruhodnější bylo, že u druhé série (MH) bylo první internodium nad dělohami nápadně prodlouženo. Zatímco ve všech ostatních sériích bylo toto internodium jen 0,5–2 mm dlouhé (jak je to u lnu obvyklé), bylo ve druhé sérii pod vlivem MH prodlouženo na 3–10 mm (obr. 5).

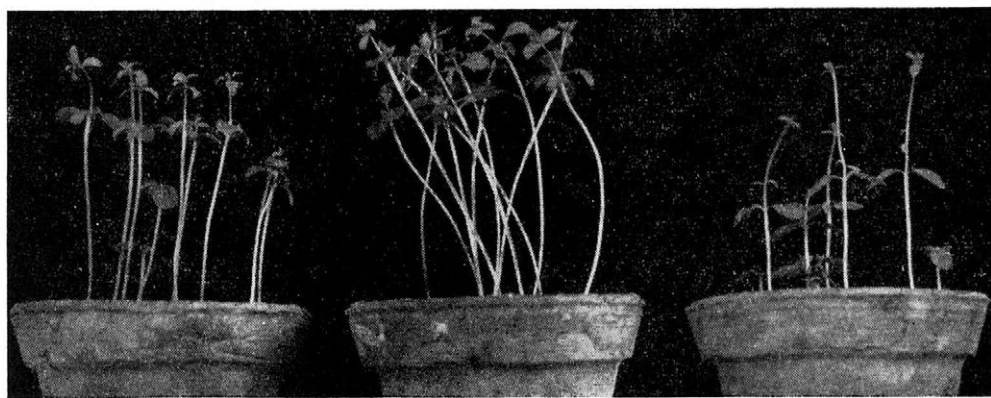
Pokus 8. Úkolem dalšího pokusu bylo ověřit vliv dvou koncentrací CCC na růst, rozvětřování a vývoj lnu, a to až do konce jeho vegetační doby.

VI. Rychlost růstu klíčnicích rostlin lnu na Petriho miskách ve tmě ze semen sklizených z tobolek ošetřených na mateřských rostlinách giberelinem, MH, resp. CCC

Série	Tobolky ošetřeny pastou	Délka kořínku v mm u rostlin ve stáří			Délka hypokotylu v mm u rostlin 4 dny starých
		1 den	2 dny	4 dny	
1	GA	1,26	15,8	57,7±3.3,2	37,0±3.2,4
2	MH	0,36	9,0	19,2±3.1,7	19,3±3.1,6
3	CCC	0,37	10,4	38,3±3.2,6	23,2±3.2,5
4	vodní	0,40	9,7	34,9±3.2,1	26,0±3.3,0



3. Klíčící rostliny lnu 6 dní staré vyrostlé ze semen získaných z tobolek, které byly po odkvětu potřeny: 1 — 0,5% pastou s GA; 2 — vodní pastou (kontrola); 3—4% pastou s MH. Giberelin zřetelně stimuloval, MH naopak inhiboval růst hypokotylů



4. Přenos stimulačního účinku giberelinu a retardačního účinku maleinhydrazidu z mateřských rostlin na dceřinné.

Klíčící rostliny lnu 12 dní staré: vpravo vyrostlé ze semen získaných z tobolek, které byly po odkvětu potřeny 4% pastou s MH; na rostlinách hypokotylы zřetelně zadrženy v růstu, epikotylы naopak stimulovány a zvláště první epikotylní internodium nápadně prodlouženo. Uprostřed rostliny vyrostlé ze semen získaných z tobolek, které byly po odkvětu stimulovány 0,5% pastou s GA; u rostlin nápadně stimulovány toliko hypokotylы. Vlevo kontrola.

Len byl za tím účelem vyset 26. 5. na záhony pokusné zahrady a dne 8. 7. byl v jednotlivých řádcích střídavě postříkán roztokem CCC 2%, 7% a pro kontrolu pouhou vodou. V každé z uvedených tří variant bylo ponecháno celkem 300 rostlin, jejichž vývoj byl pak denně sledován. 2% roztok způsobil mírné nekrózy, 7% podstatně silnější, ale oba stupně poškození nebyly již do



5. Detail klíčnicích rostlin lnu vyrostlých ze semen získaných z tobolek, které byly po odvětu potřeny
vlevo: vodní pastou (kontrola); uprostřed: 0,5% pastou s GA; vpravo 4% pastou s MH. U rostlin vlevo a uprostřed zůstává první internodium na epikotylu krátké následkem inhibičního účinku endogenního auxinu, který se v rostlinách aktivuje na počátku klíčení; u rostliny vpravo je první internodium vlivem MH nápadně prodlouženo. MH podle toho ruší inhibiční účinek endogenního auxinu

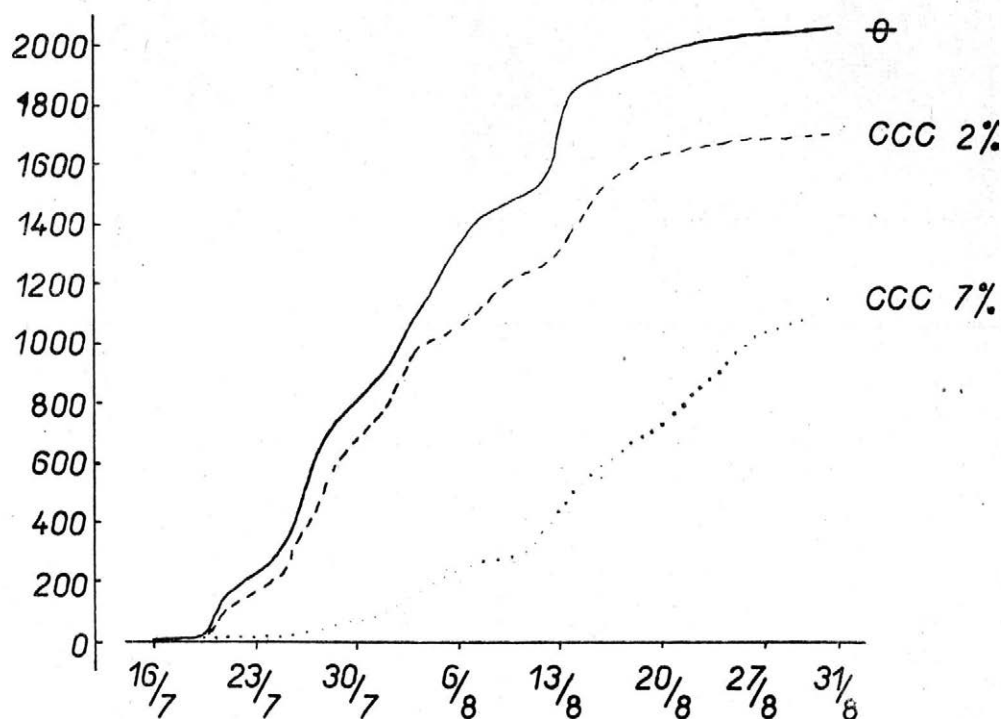
VII. Vliv dvou koncentrací CCC na prodlužovací růst a větvení stonků lnu.
(Hodnoty zjištěné při sklizni vykonané za 8 týdnů po postřiku rostlin roztokem CCC)

Koncentrace CCC	Počet stonků * na rostlině	Průměrná délka stonku v cm
7%	2,29	$66 \pm 3.0,8$
2%	1,59	$79 \pm 3.1,0$
0	1,57	$101 \pm 3.1,1$

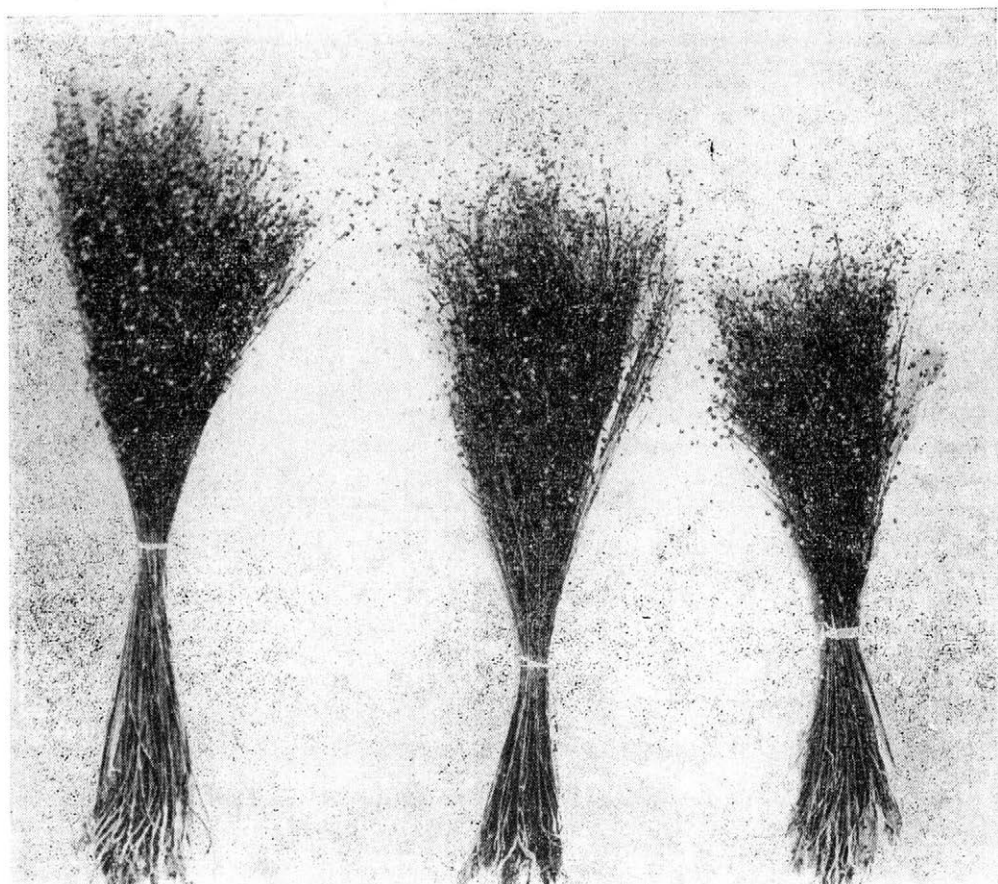
10 dní od postřiku na rostlinách patrné. Růst i vývoj byl pak pod vlivem CCC zabrzděn a současně se vlivem 7% roztoku CCC podstatně zeslabila i apikální dominance, takže se rostliny silněji rozvětvovaly. Ode dne, kdy první rostliny počaly rozkvétat (20. 7.), byly denně počítány nově rozkvetlé květy. Postup tvorby květů na rostlinách až do 31. srpna je zřejmý z obr. 6, konečná výška rostlin a stupeň jejich rozvětvení v den vyhodnocení pokusu (3. 9.) jsou patrný z tabulky VII.

2% roztok CCC brzdil zprvu (zhruba do 3. 8.) tvorbu květů jen neprůkazně, ale 7% roztok CCC od počátku velmi silně. Naproti tomu v době, kdy jak u kontrolních rostlin, tak i u rostlin ošetřených 2% roztokem CCC již další květy téměř nerozkvétaly (od 17. 8.), byla tvorba nových květů u rostlin ošetřených 7% CCC velmi značná. Vyplývá to z faktu, že za posledních 14 dní rozkvetlo ještě u rostlin ošetřených 7% CCC průměrně 4,6 květů na jedné rostlině, ale u rostlin ošetřených 2% CCC a u kontrol jen 1 květ, resp. 0,7 květu. Z tabulky VII i z obr. 7 je zřejmý pokles výšky rostlin vlivem CCC, doprovázený však u varianty se 7% CCC velmi nápadným poklesem apikální dominance, takže počet stonků na 1 rostlině vlivem uvedené koncentrace CCC stoupl o 45 %.

Pokus 9. Interakce MH a GA byla zkoumána v dalším pokuse, a to na rajčatech odrůdy 'Condine red', vysázených v obvyklém sponu na pokusný záhon skleníku dne 2. 6. Celkem bylo vysazeno 66 rostlin. Pokus byl rozdělen do 4 sérií (tabulka VIII).



6. Rychlost tvorby květů u lnu pod vlivem postřiku rostlin roztokem CCC. Na ose y počet květů na 100 rostlinách, na ose x čas (od 16. 7. do 31. 8.). O — postřik vodou; CCC 2% — postřik 2% roztokem CCC; CCC 7% — postřik 7% roztokem CCC



7. Vliv CCC na zkrácení stonku lnu. Vlevo kontrola, uprostřed po postřiku 2‰ roztokem CCC, vpravo po postřiku 7‰ roztokem CCC

VIII. Přehled pokusných sérií pokusu 9

Série	Postřik 27. 6.	Postřik 4. 7.	Počet rostlin
1	vodou	vodou	30
2	vodou	GA 50 mg/l	12
3	MH 0,07%	vodou	12
4	MH 0,07%	GA 50 mg/l	12

Na každou pokusnou rostlinu bylo spotřebováno 150 ml roztoku, resp. vody. Od 24. 8. bylo započato s postupnou sklizní uzrálých plodů. V týdenních intervalech až do 19. 10. byl zaznamenáván u každé rostliny všech pokusných sérií počet sklizených plodů a jejich váha (obr. 8). Dne 3. 11. byly na každé rostlině spočítány nezralé plody a stanoven i počet květů a poupat. Sklizené nezralé plody byly zváženy (tabulka IX a obr. 9).

IX. Interakce MH a GA ve vývoji rajčat odrůdy 'Condine red'

Série (viz tab. VIII.)	A	B	C	D	E
	zralé plody sklizené z jedné rostliny do 19. 10.		plody sklizené z jedné rostliny v den likvidace pokusu 3. 11.		počet květů a poupat napočítaných na jedné rostlině v den likvidace pokusu 3. 11.
	váha dkg	počet kusů	váha dkg	počet kusů	
1	55 ± 3.4,57	11,6 ± 3.0,93	113 ± 3. 9,84	42,2 ± 3. 4,41	30 ± 3. 5,08
2	42 ± 3.6,89	9,0 ± 3.1,18	253 ± 3.62,3	63,0 ± 3.11,08	108 ± 3.18,5
3	15 ± 3.4,3	5,1 ± 3.1,66	38,4 ± 3. 4,36	30,5 ± 3. 2,1	256 ± 3.35,0
4	4,4 ± 3.1,13	1,7 ± 3.0,35	30,7 ± 3. 7,55	15,9 ± 3. 3,90	520 ± 3.83,9

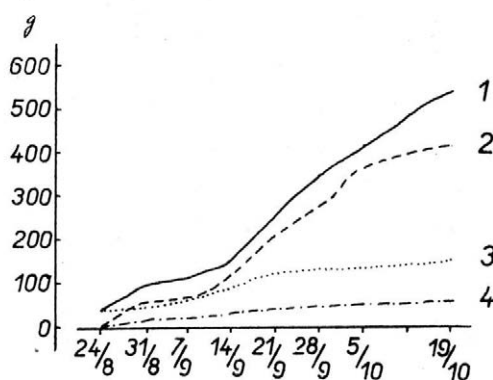
Pozn.: Statistická průkaznost: ve sloupci A všechny rozdíly mezi jednotlivými sériemi jsou průkazné, kromě rozdílů mezi sériemi 1–2; ve sloupci B všechny rozdíly průkazné až na rozdíly mezi sériemi 1–2 a 2–3; ve sloupci C všechny rozdíly průkazné, kromě rozdílů mezi sériemi 3–4; ve sloupci D všechny rozdíly průkazné, kromě rozdílů 1–2 a 3–4. Ve sloupci E jsou všechny rozdíly průkazné.

Giberelin sám o sobě projevoval tedy tendenci ke zpoždění vývoje obdobně jako již v dřívějších pokusech autorových na odrůdě 'Imun' (Šebánek 1960). Tato tendence se projevila jen neprůkazným snížením počtu a váhy sklizených zralých plodů, ale především v době likvidace pokusu 3. 11. průkazným zvýšením váhy zelených nebo ještě zcela nedozrálých plodů a značným zvýšením počtu květů a poupat. MH sám o sobě brzdil vývoj od samého počátku velmi podstatně, takže došlo k silnému snížení nejen váhy a počtu postupně sklizených zralých plodů, nýbrž i konečné sumy plodů v době likvidace pokusu ještě nedozrálých; zato se v té době velmi podstatně zvýšil počet poupat a květů, což svědčí o tom, že v pozdějších etapách vývoje inhibiční účinek MH

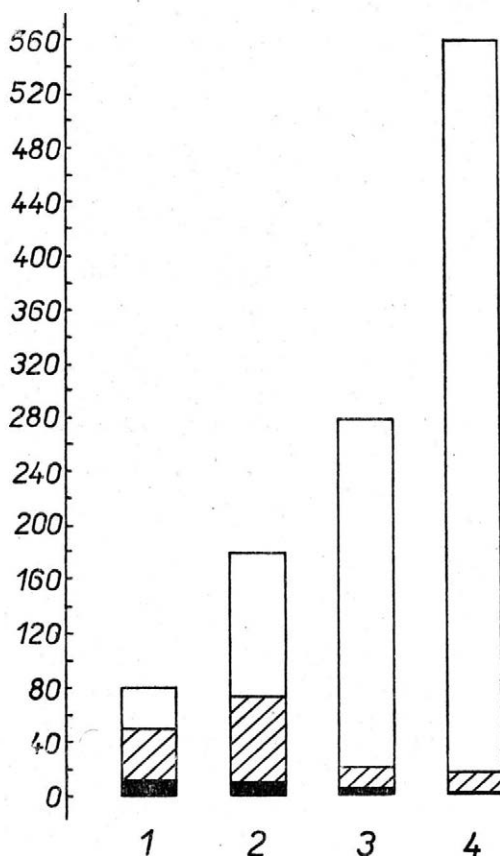
již odezníval, přičemž rostlina reagovala na předchozí silné zdržení vývoje dodatečnou překotnou tvorbou nových květních základů. Giberelin i u rostlin ošetřených maleinhydrazidem průkazně dále zpomalil vývoj, projevilo se to jak téměř zabrděným zráním plodů, tak i proti variantě, v níž byl aplikován samotný MH, zdvojnásobeným počtem květů a poupat.

DISKUSE POKUSNÝCH VÝSLEDKŮ

Z obou pupenových základů v úžlabí děloh dekapitovaných klíčnic rostlin lnu byl téměř pravidelně v růstu brzděn pupen ležící v úžlabí dělohy natřené pastou s GA. To lze vysvětlit na podkladě skutečností, že exogenní GA je schopen v rostlině aktivovat endogenní auxin, jehož hladina tak



8. Interakce MH a GA v rychlosti zrání plodů rajčat. Na ose y váha zralých plodů na 1 rostlině, na ose x čas (od 24. 8. do 19. 10.). 1 – kontrola; 2 – GA; 3 – MH; 4 – MH + GA (viz tab. VIII)



9. Interakce MH a GA ve vývinu plodů, květů a poupat na rajčatech. Na ose *y* počet generativních základů připadajících v průměru na jednu rostlinu. 1 — kontrola; 2 — GA; 3 — MH; 4 — MH + GA. Černé políčko znamená počet zralých plodů postupně sklizených od 24. 8. do 19. 10. Čárkované políčko znamená počet plodů plně nedozrálých a zelených, sklizených v den likvidace pokusu 3. 11. Prázdné políčko znamená počet květů a poupat 3. 11. na jedné rostlině vytvořených

může dosáhnout supraoptimální, pro růst již inhibiční výše. U klíčících rostlin *Impatiens parviflora* dekapitovaných a zbavených jedné dělohy byl dokonce nátěrem GA pasty na ponechanou dělohu zadržén jinak pravidelný růst pupenu v úžlabí ponechané dělohy, ale zato byl nápadně stimulován prodlužovací růst epikotylního pahýlu. Patrně právě tento prodlužovací růst, v němž se GA výrazně projevil jako hormon apikální dominance, zadržel oba úžlabní pupeny děložní. Synergické působení GA a IAA bylo již mnoha autory potvrzeno (Kögl a Elmer 1960, Dostál 1960a, b, Šebánek 1963b). Naproti tomu obě v práci zkoumané retardační látky (CCC

i MH) nejsou schopny ani v podobě velmi silně koncentrovaných past zasahovat do poměrů dominance mezi kotyláry: u dekapitovaných klíčících rostlin lnu s ponechanými oběma dělohami nelze pozorovat pravidelnou inhibici růstu pupenu ležícího v úžlabí retardantem ošetřené dělohy. Ani u rostlin zbavených epikotylu a jedné dělohy, byly-li MH či CCC nanášeny v podobě silně koncentrovaných past na ponechanou dělohu, nebyly schopny zabránit stimulačnímu vlivu ponechané dělohy na růst jejího axiláru. Také výsledek pokusu 4 ukázal, že do korelací fylogenetickým vývojem v rostlině zakotvených nemůže CCC v podstatě zasahovat. To ukázaly i předchozí pokusy řešící možnost zásahu CCC do korelací mezi dělohami a kotyláry na hrachu (Šebánek 1966a).

Závěr, že CCC není schopen rušit nebo v účinku zeslabovat exogenní, nýbrž toliko endogenní giberelin (Libbert a Krelle 1966) nelze generalizovat, neboť u zakrslé odrůdy hrachu, endogenním giberelinem chudé, se účinek 3% CCC sám o sobě nemusí projevit zábranně v růstu epikotylů, ale účinek koncentrace CCC zeslabuje stimulační účinek exogenního giberelinu. V tom případě — podobně jako v pokuse 6 na lnu — CCC tedy zřetelně antagonizoval účinek exogenního giberelinu. Naproti tomu může CCC v některých případech naopak aktivovat biosyntézu endogenního giberelinu (Šebánek a Hink 1966).

Vztah MH a GA studovali již Brian a Hemming (1957), kteří na rozdíl od Kato (1958) zjistili, že růstová inhibice působená maleinhydra-

zidem není překonatelná ani auxinem, ani giberelinem. Také Dostál (1960b) zjišťuje, že inhibice způsobená máčením semen hrachu v 0,1% MH nemohla být giberelinem překonána. Naproti tomu pasta s GA snímala inhibici deiozních rapícků, působenou máčením hrachových semen v roztocích MH (Dostál 1960a). I inhibici epikotylního růstu způsobenou máčením semen hrachu ve slabě koncentrovaných roztocích MH giberelin podstatně zmírňuje (Šebánek 1963a). Silnou inhibici tvorby květů a plodů, kterou působil v pokuse 9 MH u rajčat, byl giberelin schopen zmírnit teprve na konci vegetační doby, kdy inhibiční vliv MH již odezníval: projevilo se to dodatečnou nápadně překotnou tvorbou nových květních základů. Naproti tomu zabrzdění tvorby květů způsobené u *Pharbitis nil* retardantem B-995 giberelin zcela překonal (Zeevaart 1966).

První internodium na rostlinách lnu je normálně velmi krátké (kolem 1 mm). Podle Dostála (1960a) to souvisí s inhibičním účinkem endogenního auxinu, který se aktivuje v rostlinách na počátku klíčení. Proto také trijodbenzoová kyselina, která blokuje transport auxinu, je schopna prodloužit první internodium lnu na 5–20 mm, a to buď po máčení semen v roztocích této kyseliny (Dostál 1960a), nebo poté, co byla pasta s touto kyselinou natřena ještě na mateřských rostlinách na tobolky, z nichž bylo získáno pokusné osivo (Dostál 1963). V pokusech popsanych v této práci došlo k prodloužení 1. internodia lnu poté, co bylo vyseto osivo získané z tobolek ošetřených po odkvětu pastou s MH. Podle toho lze u MH předpokládat vůči auxinu antagonistický účinek. Z obou hypotéz možného retardačního působení MH by se tím potvrzovala spíše hypotéza Åbergova (1953) a Andreaeova (1954), podle níž MH aktivuje auxinooxidázu rušící auxin. Ostatně i na hrachu dokázal Dostál (1959), že předcházející stimulace semen indolyloctovou kyselinou zmírňuje nebo ruší následný retardační účinek MH. Růst klíčících rostlin lnu ze semen, jež pocházela z tobolek ošetřených GA, byl zřetelně stimulován, stimulační účinek se však týkal jen hypokotylů; epikotylní růst byl již stimulován jen velmi slabě, přičemž 1. internodium nebylo prodlouženo vůbec (aktivace auxinu vlivem GA!). Obdobná aplikace CCC dokonce ve velmi koncentrované 20% pastě byla zcela neúčinná.

Také retardační účinek CCC se projevuje zpožděním tvorby květů, jak to potvrdily pokusy s hrachem (Šebánek 1966b) i pokusy se lnem v této práci. I u pšenice konstatuje Linser (1966) vlivem CCC jisté zpoždění vývoje. Jako celá řada jiných druhů rostlin reaguje i len na CCC nápadným zabrzděním prodlužovacího růstu stonků. Tento účinek CCC (podobně jako jiných retardantů) nelze však generalizovat, neboť v našich již vzpomenutých pokusech s hrachem bylo možno nalézt takovou koncentraci CCC, která mírně stimulovala prodlužovací růst epikotylů, což bylo často spojeno se zvýšením endogenní giberelinové hladiny (Šebánek a Hink 1966). Nápadnou stimulaci prodlužovacího růstu stonků vlivem CCC popsal u hledíku (*Antirrhinum majus*) Halevy a Wittwer (1965). Apikální dominanci CCC zpravidla zeslabuje, což se projevuje silnějším rozvětčováním stonku. V našich pokusech na lnu působil CCC toto větvení teprve v silnější koncentraci (7% roztok). Také u jarního ječmene (Larter, Samii a Sosulski 1965), u pšenice (Plaut a Halevy 1966) a u brambor (Poppr 1967) zvyšoval CCC výrazně tvorbu odnoží, resp. postranních větví. Nicméně silnější nebo na počátku vývoje aplikované dávky CCC mohou u bramboru zprvu zbrzdit a teprve po odeznění silného retardačního účinku naopak podporovat vývin postranních větví (Dyson a Humphries 1966). Morfogenetický protiklad GA

a CCC platí zřejmě i ve vztahu k apikální dominanci. Je-li možno považovat GA za „hormon apikální dominance“ (Dostál 1966), pak CCC je naopak látkou apikální dominanci většinou zeslabující. Přesto ovšem nelze CCC považovat za nějaký specifický „antigiberelin“ v tom smyslu, že by nějak při všech formách aplikace a přednostně inhiboval biosyntézu GA, nýbrž jde zřejmě o látku schopnou mnohonásobného zásahu do rostlinného metabolismu včetně částečného antagonismu vzhledem k endogenním a exogenním rostlinným hormonům (Cathey 1964, Knypl 1964, Šebánek 1966a).

ZÁVĚR

Chlorcholinchlorid (CCC) ani maleinhydrazid (MH) nejsou schopny určit u klíčících rostlin lnu dominanci mezi pupeny v úžlabí děloh (axiláry), takže ani nátěr silně koncentrované 10% pasty s těmito retardanty na jedné z obou děloh dekapitovaných klíčících rostlin lnu nezabraňuje růstu pupenu v úžlabí takto ošetřené dělohy. Naproti tomu téměř pravidelný inhibiční vliv pasty s giberelinem (GA) na růst pupenu v úžlabí touto pastou ošetřené dělohy souvisí patrně se schopností exogenního GA aktivovat nativní auxin v supraoptimální, pro růst již inhibiční výši. CCC však ani v 10% pastě nepřekonal stimulační vliv epigeické dělohy lnu nebo netykavky *Impatiens parviflora*, takže u dekapitovaných a jedné dělohy zbavených klíčících rostlin těchto druhů, jejichž děloha byla potřena pastou s CCC, rostl z obou protilehlých pupenů stále jen pupen ponechané, nikoli tedy amputované dělohy. I další v této práci popsány pokusy svědčí o malé schopnosti CCC měnit povahu v rostlině dědičně zakotvených korelací. Byla-li však naproti tomu klíčovými rostlinami *Impatiens parviflora* seříznuta jedna děloha a současně nad děložní uzlinou seříznut i epikotyl a ponechaná děloha byla potřena pastou s GA, nerostl ani pupen v úžlabí ponechané, ani amputované dělohy patrně proto, že v tomto případě GA silně stimuloval prodlužovací růst epikotylního pahýlu. Tímto prodlužovacím růstem byly oba úžlabní pupeny děložní ve svém růstu zadrženy, čímž se GA projevil jako hormon schopný významné role v apikální dominanci.

U zakrslé odrůdy hrachu chudé endogenním GA se zbobtnání jeho semen v 3% roztoku CCC neprojevilo inhibičně v růstu epikotylů. GA sám o sobě působil na tento růst silně stimulačně, ale jeho stimulační účinek byl průkazně zeslaben, byl-li spolu s GA semenům dodán i CCC v téže koncentraci, v níž sám o sobě působil indiferentně. Také u lnu byl CCC, jehož 2% roztokem byly rostliny zality, schopen zeslabit stimulační vliv 0,5% GA pasty natřené na bázi epikotyly. To svědčí o tom, že v některých případech se může antagonistský vztah projevovat nejen mezi CCC a endogenním GA, nýbrž i mezi CCC a exogenním GA.

7% roztok CCC, jímž byly postříkány rostliny lnu, brzdil zprvu silně tvorbu květů a podstatně zeslabil také apikální dominanci. Avšak ani 20% pasta s CCC natřená po odkvětu lnu na spodní polovinu jeho tobolek, se neprojevila v růstových změnách u rostlin, které vyklíčily ze semen získaných z takto ošetřených tobolek. Naproti tomu obdobný nátěr 0,5% pasty s GA působil stimulačně a nátěr 4% pasty s MH inhibičně na růst hypokotylů klíčících rostlin. MH však stimuloval růst epikotylů a zvláště nápadně prodlužoval první epikotylní internodium. Normálně je toto internodium jen 0,5–2 mm dlouhé, což patrně souvisí s inhibičním vlivem endogenního auxinu, který se v rostlinách silně aktivuje na počátku klíčení. Bylo-li první internodium vlivem

MH prodlouženo na 3–10 mm, svědčí to o tom, že MH v rostlině patrně zeslabuje aktivaci endogenního auxinu.

U rajčat působil postřik rostlin 0,07% roztokem MH silnou inhibicí tvorby květů a plodů. GA byl schopen tuto inhibici zmírnit teprve na konci vegetační doby, kdy retardační účinek MH již odezníval. Projevilo se to v opožděné přetvorbě nových květních základů.

Došlo dne 19. 4. 1967

Literatura

- ABERG, B.: On the interaction of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid and maleic hydrazide with auxins. = „Physiol. Plant.“, 6, 1953, s. 277-291. — 2. ANDREAE, W. A.: The effect of maleic hydrazide on indolacetic acid oxidase activity and growth. = „Rapp. et comm. Huit. congr. internat. bot.“, 151, 1954, s. 11-12. — 3. BEZDĚK, V. - HONKA, V.: Nové poznatky z chemie a biologie květních bází a jejich využití v praxi. = „Studijní informace MZLVH - Rostl. výroba“, 12, 1965. — 4. BRIAN, P. W. - HEMMING, H. G.: The effect of maleic hydrazide on the growth response of plants to gibberellic acid. = „Ann. Appl. Biol.“, 45, 1957, č. 3, s. 489. — 5. CARLSON, J. D.: Cyto-histological responses of plant meristems to maleic hydrazide. = „Journ. of Science“, 19, 1955, s. 392. — 6. CATHEY, H. M.: Physiology of growth retarding chemicals. = „Annual Rev. of Plant Physiol.“, 15, 1964, s. 271-302. — 7. DOSTÁL, R.: Další experimentálně morfologické studie. I. Versuche zur epikalen Dominanz in der Pflanzenmorphogenese. = „Práce Brněnské zákl. ČSAV“, XXXI, 381, 1959, s. 1-48. — 8. DOSTÁL, R.: Weitere morphologische Wuchsstoffversuche an Pisum- und Linum-Keimlingen. = „Práce Brněnské zákl. ČSAV“, XXXII, 411, 1960a, s. 425-471. — 9. DOSTÁL, R.: Über die Wechselwirkung der Gibberellinsäure und anderer Stimulatoren in den Wachstumskorrelationen. = „Biol. Plant.“, 2, 1, 1960b, s. 48-60. — 10. DOSTÁL, R.: Use of 2, 3, 5-triiodobenzoic acid in studies on the growth correlation differences between epigeous and hypogeous seedlings (*Linum* and *Pisum*). = „Biol. Plant.“, 5, 1963, s. 68-76. — 11. DOSTÁL, R.: Growth correlations in decapitated *Linum* seedlings as possible tests for kinin and gibberellin. = „Flora“, A, 156, 1966, s. 498-509. — 12. DYSON, P. W. - HUMPHRIES, E. C.: Modification of growth habit of Majestic potato by growth regulators applied at different times. = „Ann. Appl. Biol.“, 58, 1966, s. 171-182. — 13. HALEVY, A. H.: Interaction of growth-retarding compounds and gibberellin on IAA oxidase and peroxidase of Cucumber seedlings. = „Plant Physiol.“, 38, 1963, s. 731-737. — 14. HALEVY, A. H. - DILLEY, D. R. - WITTEW, S. H.: Senescence inhibition and respiration induced by growth retardants and N-benzyladenine. = „Plant. Physiol.“, 41, 1966, č. 7, s. 1085-1089. — 15. HALEVY, A. H. - WITTEW, S. H.: Effect of growth retardants on longevity of vegetables, mushrooms, and cut flowers. = „Proceedings of Amer. Soc. for Hort. Sc.“, 88, 1966, s. 582-590. — 16. HALEVY, A. H. - WITTEW, S. H.: Growth promotion in the snapdragon by CCC, a growth retardant. = „Die Naturwissenschaften“, 52, 1965, č. 11, s. 310. — 17. HUMPHRIES, E. C. - FRENCH, S. A. W.: A growth study of sugar beet treated with gibberellic acid and (2-chlorethyl)trimethylammonium chloride (CCC). = „Ann. Appl. Biol.“, 55, 1965, s. 159-173. — 18. JANKIEWICZ, L. S. - PACZUSKA, J. - SMOLARZ, K.: Wpływ hydrazidu kwasu maleinowego na wytwarzanie rozgów i owocowanie truskawek odmiany Talisman. = „Prace Inst. sadownictwa“, VIII, 1964, s. 105-115. — 19. KALININ, F. L. - MEREŽINSKI, G. G.: Regulatory rosta rastenij. AN SSSR, Kijev, 1965. — 20. KATO, J.: Studies on the physiological effects of gibberellin. II. On the interaction of gibberellin with auxin and growth inhibitor. = „Physiol. Plant.“, 11, 1958, s. 10. — 21. KÖGL, E. - ELEMA, J.: Wirkungsbeziehungen zwischen Indol-3-essigsäure und Gibberellinsäure. = „Die Naturwiss.“, 47, 4, 1960, s. 90. — 22. KNYPL, J. S.: IAA — and coumarin — dependent reversion of the CCC — induces retardation of growth. = „Curr. Sci.“, 5, 33, 1964, 17, s. 518-519. — 23. KOMÁREK, V.: Zur experimentellen Beeinflussung der Korrelativität von epigäischen Keimblättern. = „Flora“, 124, 1930, s. 300-314. — 24. KOŘÍNEK, J.: O korelacích mezi dělohou a úžlabním pupenem. = „Spisy přír. fak. univ., Brno“, 16, 1922, s. 1-19. — 25. LARTER, E. N. - SAMII, M. - SOSULSKI, F. W.: The morphological and physiological effects of (2-chloroethyl)trimethylammonium chloride on barley. = „Can. J. Plant Sci.“, 45, 1965, s. 419-427. — 26. LINSE, H.: Über die Anwendung von CCC zur Ausschalt-

tung des Lagerns bei Brotgetreide. = „Getreide u. Mehl“, 16, 1966, č. 9, s. 96-100. — 27. LINSE, H. - KÜHN, H.: CCC-Wirkung bei Sommergerste. = „Mitteil. d. Deutschen landw. Ges.“, 2, 1966, 81, s. 80-82. — 28. LINSE, H. - KÜHN, H. - KÜRTE, P. W. - SCHUSTER, W.: Feldversuche mit Chlorcholinchlorid (CCC) bei Hafer. = „Zeitschr. f. Acker- u. Pflanzenbau“, 124, 1966, č. 3, s. 261-268. — 29. LIBERT, E. - KRELLE, E.: Die Wirkung des „Gibberellin-antagonisten“ 2-Chlor-äthyltrimethylammoniumchlorid (CCC) auf die Stecklingsbewurzelung windender und nicht windender Pflanzen. = „Planta“, 1966, 70, s. 95-98. — 30. PLAUT, Z. - HALEVY, A. H.: Increasing the regeneration of wheat plants following wilting by treatment with two growth-retarding chemicals. = „Die Naturwiss.“, 19, 1966, 53, s. 509. — 31. PLAUT, Z. - HALEVY, A. H. - SHMUELI, E.: The effect of growth retarding chemicals on growth and transpiration of bean plants grown under various irrigation regimes. = „Israel Journ. of Agr. Res.“, 14, 1964, 4, s. 153-158. — 32. POPPER, J.: Ústní sdělení, 1967. — 33. SIMPSON, G. M.: The suppression by (2-chloroethyl)trimethylammoniumchloride of synthesis of a gibberellin-like substance by embryos of *Avena fatua*. = „Can. Journ. of Bot.“, 44, 1966, s. 115-116. — 34. SLADKÝ, Z.: Experimental morphological study of developmental relationships between the overground and underground system in maize. = „Biol. Plant.“, 8, 1966, 1, s. 20-28. — 35. ŠEBÁNEK, J.: Jak zabráníme nežádoucímu klíčení, růstu a vývoji rostlin. = „Věda a život“, 7, 1957, s. 358-360. — 36. ŠEBÁNEK, J.: Můžeme zabránit vybíhání salátu? = „Ovocnářství a zelinářství“, 9, 1958, s. 280. — 37. ŠEBÁNEK, J.: Příspěvek k řešení otázky praktického využití giberelinu v našem zemědělství se zřetelem na vodní provoz v rostlině. = „Sborn. VŠZ, Brno“, A, 3-4, 1960, s. 277-292. — 38. ŠEBÁNEK, J.: Morfogenetické účinky giberelinu se zřetelem na jeho vztahy ke kalcium a maleinhydrazidu. = „Sborn. VŠZ, Brno“, A, 4, 1963a, s. 485-493. — 39. ŠEBÁNEK, J.: O vztahu giberelinu a auxinu se zřetelem k využití giberelinu v rostlinné výrobě. = „Sbor. VŠZ, Brno, A, 2“, 1963b, s. 173-183. — 40. ŠEBÁNEK, J.: Interaktion von Chlorcholinchlorid und exogenem Gibberellin in den Wachstumskorrelationen bei Keimpflanzen von *Pisum sativum*. = „Flora“, A, 156, 1966a, s. 573-589. — 41. ŠEBÁNEK, J.: Vliv CCC na vývoj hrachu odrůdy Raman za různých fotoperiodických podmínek. = „Rostl. výroba“, 12, 39, 1966b, č. 4, s. 413-420. — 42. ŠEBÁNEK, J. - HINK, J.: Über den Einfluß des Chlorcholinchlorids in einer nicht inhibierenden Dosis auf das Niveau endogener Gibberelline in den Erbsenepikotylen. = „Sborn. VŠZ, Brno“, 3, A, 1966, s. 393-399. — 43. WEBBER, E. R.: Maleic hydrazide to control growth of plants. = „Grower“, 42, 1954, s. 573. — 44. ZEEVAART, J. A. D.: The growth retardant CCC as an inhibitor of gibberellin production in immature *Pharbitis* seeds. = „Plant Physiol.“, 40, 1965: suppl. LXXV. — 45. ZEEVAART, J. A. D.: Inhibition of stem growth and flower formation in *Pharbitis nil* with N, N-Dimethylaminosuccinamic acid (B 995). = „Planta“, 71, 1966, s. 68-80.

Интеракция ростовых замедлителей и гиббереллина в корреляциях у льна, гороха и томатов

Ни хлорхолинхлорид (CCC), ни малеингидразид (МГ) не способны определить у прорастающих растений льна доминанцию между почками в пазухах семядолей (аксилары), так что даже покрытие сильно концентрированной 10 % пасты с этими замедлителями на одной из двух семядолей прорастающих растений льна с удаленной вершиной стебля не препятствует росту почек в пазухах таким образом обработанной семядоли. Наоборот, почти регулярное ингибирующее влияние пасты с гиббереллином (ГА) на рост почек в пазухах этой пастой обработанной семядоли зависит, вероятно, от способности экзогенного ГА активировать нативный ауксин в супероптимальный для роста ингибирующий размер. Однако CCC даже в 10% пасте не превышал стимулирующего влияния эпигеической семядоли льна или недотроги *Impatiens parviflora*, так что у лишенных вершины и одной семядоли прорастающих растений этих видов, семядоля которых была покрыта пастой с CCC, росла из обеих противоположных почек все еще только почка из оставшейся, а следовательно, никак не ампутированной семядоли. И другие в данной статье описанные опыты свидетельствуют с малой способностью CCC изменять характер в растениях наследственно закрепленных корреляций. Однако если, наоборот, у прорастающих растений недотроги *Impatiens parviflora* была срезана одна семядоля и одновременно над семядольной пазухой отрезан и эпикотиль, причем оставленная семядоля была покрыта пастой с ГА, не росла ни почка оставшейся в пазухе, ни ампутированной семядоли вероятно потому, что в этом случае ГА стимулировал удлиняющий рост эпикотильного черешка. Этим удлиняющим ростом обе пазушные семядоль-

ные почки были в своем росте задержаны, в результате чего ГА проявился в качестве гормона, способного большой роли в апикальной доминанции.

У карликового сорта гороха, бедного эндогенным ГА, набухание его семян в 3%-ном растворе ССС ингибирующе не проявилось в росте эпикотилей. ГА сам по себе действовал на этот рост сильно стимулирующе, однако стимулирующее действие было достоверно ослаблено, если вместе с ГА семенам давался и ССС в той же концентрации, в которой он сам по себе действовал индифферентно. Также у льна ССС, 2%-ным раствором которого были растения политы, был способен ослабить стимулирующее влияние 0,5% ГА пасты, которой было покрыто основание эпикотилия. Это свидетельствует о том, что в некоторых случаях может антагонистическое отношение проявляться не только между ССС и эндогенным ГА, но и между ССС и экзогенным ГА.

7% раствор ССС, которым были опрысканы растения льна, вначале сильно тормозил образование цветков и существенно, также ослабил апикальную доминанцию. Однако даже 20% паста с ССС, которой после отцветания льна была покрыта нижняя половина его коробочек, не проявилась в ростовых изменениях у растений, которые взойшли из семян, полученных из таким образом обработанных коробочек. Напротив аналогичное покрытие 0,5% пастой с ГА действовало стимулирующе, а покрытие 4% пастой с МГ ингибирующе на рост гипокотилей прорастающих растений. Однако МГ при этом стимулировал рост эпикотилей и особо заметно удлинял первое эпикотильное междоузлие. Обычно это междоузлие достигает только 0,5—2 мм длины, что вероятно, связано с ингибирующим влиянием эндогенного ауксина, который в растениях сильно активизируется в начале прорастания. Если первое междоузлие было под влиянием МГ удлинено до 3—10 см, то это свидетельствует о том, что МГ в растениях, вероятно, ослабляет активацию эндогенного ауксина.

У томатов опрыскивание растений 0,07% раствором МГ вызвало сильное ингибирование образования цветков и плодов. ГА был способен уменьшить эту ингибицию только в конце периода вегетации, когда замедляющее действие МГ уже проходило. Это проявилось в запоздалом поспешном образовании новых цветочных оснований.

Текст к таблицам

- I. Влияние пасты с хлорхолинхлоридом (ССС), малеингидразидом (МГ) или же с гиббереллином (ГА), нанесенной на одну из обеих семядолей, на доминантность между котилярами декаптитированных всходов льна
- II. Влияние пасты с ССС и ГА на рост котиляра растений льна, лишенных эпикотилей и одной семядоли
- III. Рост семядольных и листовых аксилар после нанесения 10% ССС пасты прямо на котилярное основание льна, декаптитированного над вторым или третьим листом
- IV. Влияние мочки семян гороха, бедного в отношении эндогенного гиббереллина в растворах ССС или ГА, а также в смеси обоих растворов на рост эпикотилей в длину
- V. Интеракция ССС и ГА в росте эпикотилей льна
- VI. Скорость роста всходов льна в чашках Петри в темноте из семян, полученных из коробочек, которые были обработаны на материнских растениях гиббереллином, МГ или же ССС
- VII. Влияние двух концентраций ССС на продление роста и разветвление стеблей льна (величины установлены при уборке, произведенной спустя 8 недель после опрыскивания растений раствором ССС)
- VIII. Обзор опытных серий опыта 9
- IX. Интеракция МГ и ГА в развитии томатов сорта 'Кондин ред'

Текст к рисункам

1. Прорастающие растения недотроги *Impatiens parviflora*. Семядоля поддерживает рост своей пазушной почки, так как после ампутации эпикотилия и одной семядоли вырастает только аксилар оставшейся семядоли
2. ССС ослабляет на прорастающих растениях льна стимулирующее действие экзогенного гиббереллина. 1 — контроль, 2 — растения, политые 2% раствором ССС, 3 — растения политые 2% раствором ССС и у основания эпикотилия, покрытые 0,5% пастой с ГА, 4 — растения, покрытые у основания эпикотилия 0,5% пастой с ГА
3. Прорастающие растения льна 6-дневного возраста, выросшие из семян, полученных из коробочек, которые после отцветания были покрыты: 1—0,5% пастой с ГА, 2 — водной пастой (контроль), 3—4% пастой с МГ. Гиббереллин явно стимулировал, МГ, наоборот, ингибировал рост гипокотилей
4. Перенос стимулирующего действия гиббереллина и замедляющего действия малеингидразина с материнских растений на дочерние. Прорастающие растения льна в возрасте 12 дней.

- Справа — выросшие из семян, полученных из коробочек, которые были после отцветания покрыты 4% пастой с МГ; на растениях гипокотили явно задержаны в росте, эпикотили, наоборот, стимулированы и особенно первое эпикотильное междоузлие явно удлинено. В середине — растения, выросшие из семян, полученных из коробочек, которые после отцветания стимулировались 0,5% пастой с ГА; у растений заметно стимулированы только гипокотили. Слева — контроль
5. Деталь прорастающих растений льна, выросших из семян, полученных из коробочек, которые после отцветания были покрыты: слева — водной пастой (контроль), в середине — 0,5% пастой с ГА, справа — 4% пастой с МГ. У растений влево и в середине междоузлие на эпикотиле остается коротким в результате ингибирующего действия эндогенного ауксина, который в растениях активируется в начале прорастания. У растений справа первое междоузлие под действием МГ заметно удлинено. МГ следовательно, уничтожает ингибирующее действие эндогенного ауксина
 6. Влияние CCC на сокращение длины льносоломки. Слева — контроль, в середине — после опрыскивания 2% раствором CCC, справа — после опрыскивания 7% раствором CCC
 7. Влияние CCC на сокращение длины льносоломки. Слева — контроль, в середине — после опрыскивания 2% раствором CCC, справа — после опрыскивания 7% раствором CCC
 8. Интеграция МГ и ГА в скорости созревания плодов томатов. На оси у — вес спелых плодов на одном растении, на оси х — время (с 24 августа по 19 октября): — 1 контроль, 2 — ГА, 3 — МГ, 4 — МГ + ГА (см. табл. VIII)
 9. Интеграция МГ и ГА в развитии плодов, цветков и почек на томатах. На оси у — число генеративных оснований, приходящихся в среднем на одно растение. 1 — контроль, 2 — ГА, 3 — МГ, 4 — МГ + ГА. Черное поле означает число спелых плодов, постепенно убывающих с 24. 8. до 19. 10. Штрихованное поле означает число плодов не вполне спелых и зеленых, убывающих в день ликвидации опыта 3. 11. Пустое поле означает число цветков и почек к 3. 11. образовавшихся на одном растении.

Interaction of the Growth Retardants and Gibberellin in Correlations Flax, Peas and Tomatoes

Chlorchlorine chloride (CCC) or even maleic hydrazide (MH) are not able to determine dominance between buds in the cotyledon axils of the flax seedlings. So even a coat of high by concentrated 10 percent paste with these retardants on one of both cotyledons of decapitated flax seedlings can prevent the growth of buds in axil of the so treated cotyledons. On the other hand, the almost regular inhibition effect of the paste with gibberellin (GA) on the growth of the axil buds of cotyledons treated with this paste is connected probably with the ability of exogen GA to activate native auxin in a supraoptimal already in the inhibitive level of growth. CCC, however, even in a 10 percent paste did not overcome the stimulation effect of the epigeic cotyledon of the flax or *Impatiens parviflora*, so that in seedlings decapitated and with one cotyledon excised, of these species, on which CCC paste was applied on the cotyledons, only bud of the intact cotyledon grew from both opposite buds, not however of the excised cotyledon. Further on experiments, described in this paper, gives evidence of the low ability of CCC to change the nature of the correlations inherited in the plant. On the other hand, if on the *Impatiens parviflora* seedling one cotyledon was cut down and at the same time also the epicotyl above the cotyledonary node was removed and on the remaining cotyledon GA paste was applied, grew neither the bud of the remaining now the bud of the amputated cotyledon, as probably in this case GA stimulated the elongation growth of the epicotyl stump. By this prolongation, growth of both axil cotyledon buds have been inhibited in their growth, by which GA has manifested as a hormone capable of a prominent role in apical dominance.

In the dwarf pea variety, poor on endogenous GA, by swelling of their seeds in a 3 percent solution of CCC the inhibition of the growth of the epicotyl has not been manifested. GA itself has a strong stimulative effect on the growth. But this stimulation effect was significantly reduced if CCC was added to the seeds together with GA in the same concentration in which CCC alone had an indifferent effect. Also in flax CCC, with which the plants have been watered with a 2 percent solution, was able to weaken the stimulation effect of the 0.5 percent GA paste applied on the base of the epicotyl. That gives evidence that in some cases not only the

antagonistic relation can manifest between CCC and endogenous GA, but also between CCC and exogenous GA.

With the seven percent CCC solution, by which the flax plants have been sprayed, the formation of flowers was intensively retarded in the beginning and also their apical dominance was essentially weakened. But not even 20 percent CCC paste applied after flowering of the flax on the bottom half of its capsule manifested a change in the growth of the plants, which germinated from seeds obtained from capsules treated in such a way. On the other hand, a similar application of 0.5 percent GA paste gave a stimulative effect and a 4 percent paste of MH inhibited the hypocotyl growth of seedlings. But at the same time MH stimulated the epicotyl growth and especially strikingly elongated the first epicotyl internodium. Usually this internodium is only 0.5—2 mm long which apparently is connected with the inhibition effect of endogenous auxin, which is intensively activated at the beginning of germination. If the first internodium was elongated by the MH to 3—10 mm, it gives evidence, that MH apparently weakens the endogenous auxin activation in the plant.

In tomatoes the spray of 0.07 percent solution of MH exerted a strong inhibitions of flower and fruit formation. GA was able decrease the inhibition only before the end of the vegetation period, when the retardation effect of MH fades away. It was manifested in the delayed precipitant formation of new flower initials.

Text to the tables

- I. Influence of the paste with CCC, MH, or GA (applied to one of the two cotyledons) on the dominance between cotyllaries of decapitated flax seedlings
- II. Influence of the paste with CCC and GA on the growth of the cotylar in flax plants from which the epicotyl and one cotyledon have been removed
- III. Growth of cotyledonous and leaf axillaries after 10 % CCC paste has been applied directly to bases of cotyllaries in flax decapitated above the 2nd or the 4th leaf
- IV. The influence of soaking seeds of the pea poor in endogenous gibberellin in CCC or GA solutions, or possibly in a mixture of the two solutions, upon the extension growth of epicotyls
- V. Interaction of CCC and GA in the growth of epicotyls of flax
- VI. The growth rate of flax seedlings in Petri dishes in the dark, from seeds harvested from bolls of parent plants to which gibberellin, MH or CCC has been applied
- VII. Influence of two CCC concentrations on the extension of the growth and the ramification of stems of flax (values established during harvest, achieved 8 weeks after the plants have been sprayed with CCC solution)
- VIII. Summary of experimental series of experiment no. 9
- IX. Interaction of MH and GA in the development of tomatoes of the 'Condine red' variety

Text to the photographs

1. Germination of *Impatiens parviflora* plants. The cotyledon supports the growth of its axillary bud, for after excising the epicotyl and one cotyledon only the axilar of the remaining cotyledon grows
2. CCC weakens the stimulation effect of exogenous gibberellin in the flax seedlings. 1 — check-up, 2 — plants watered with a 2 percent solution of CCC, 3 — plants watered with the 2 percent solution of CCC and on the base of the epicotyl is applied 0.5 percent GA paste, 4 — plants with 0.5 percent GA paste applied on the epicotyl base
3. Flax seedlings 6 days old grown from capsules on which after flowering period there was applied: 1 — 0.5 percent GA paste, 2 — Water paste (check-up), 3—4 percent MH paste. Gibberellin markedly stimulated, MH on the contrary inhibited the hypocotyl growth
4. Transmission of the stimulation effect of gibberellin and retardation effect of maleic hydrazide from the parent plant to its filial plant. Flax seedlings 12 days old. On the right grown from seeds harvested from capsules on which 4 percent MH paste has been applied after flowering. The retardation of the hypocotyl growth is apparent on the plants, the epicotyl, on the contrary, is stimulated

- and especially the first epicotyl internode is remarkably elongated. In the center plants grown from seeds obtained from capsules, which have been stimulated by 0.5 percent GA paste after flowering. On the plants only hypocotyls are remarkably stimulated. On the left is the check-up.
5. A detail of the flax seedlings from seeds obtained from capsules, to which have been applied (after flowering): on the left water paste (check-up), in the center, 0.5 percent GA paste, on the right 4 percent MH paste. On the plants at the left and center the first epicotyl internode remains short due to the endogenous auxin inhibition effect, which is activated in the plants at the beginning of germination. On the plants at the right is the first internode under the effect of MH, remarkably elongated. By that MH breaks the inhibition effect of the endogenous auxin
 6. The rate of flower formation in flax under the effect of CCC solution spray of the plants. On the (y) axis are the number of flowers per 100 plants, on the (x) axis the date (from 16th July to 31st August). O — water spray, CCC 2 ‰ — a 2 percent CCC solution spray, CCC 7 ‰ — a 7 percent CCC solution spray
 7. The effect of CCC on shortening the flax stem. On the left, check-up, in the center after a 2 percent CCC solution spray, on the right after a 7 percent CCC solution spray
 8. The interaction between MH and GA on the rate of ripening of the tomato fruits. On the (y) axis — the weight of the ripe fruits per plant, on (x) axis date (from 24th August to the 19th October): 1 — check-up, 2 — GA, 3 — MH, 4 — MH + GA (see Tab. VIII.)
 9. Interakce between MH and GA on the fruit, flower and bud development in tomatoes. On the (y) axis is the number of generative bases on the average per plant. 1 — check-up, 2 — GA, 3 — MH, 4 — MH + GA. The black squares represent the number of ripe fruits harvested from the 24th August to 19th October respectively. The dash-lined square represents the number of fruits partly ripe or unripe harvested on the date of liquidation of the experiment, ie. on the 3rd of November. The white squares represent the number of flowers and buds per plant developed to the 3rd of November

Adresa autora:

Doc. dr. Jiří Šebánek, DrSc., Vysoká škola zemědělská, Brno, katedra biologie jihlavského oddělení, Jihlava, Tolstého 16

■ Vymokání ozimých obilovin je jedním z faktorů ohrožujících během zimy stav porostů a tak výši i stabilitu výnosů. I když u nás nedochází k vymokání v masovém měřítku, uplatňuje se na snížených částech rovinných honů, kde při silných sněhových srážkách na podzim nebo na jaře nestačí voda prosáknout do hlubších částí horizontu, nebo kde se hromadí voda z tajících větších množství sněhu. Je zesíleno tehdy, kdy jsou spodní vrstvy půdy zmrzlé a je tak sníženo nebo zastaveno prosakování vody do hloubky. Nebezpečné je vymokání zvláště na neodvodněných pozemcích ležících v inundačním území, kde pak jde o skutečné záplavy.

Protože se zatopením vodou dostávají kořeny, resp. i nadzemní orgány rostlin do anaerobních podmínek, byly považovány za příčinu hynutí rostlin poruchy výměny plynů (v dýchání i fotosyntéze).

Starší názory, že smrt zaplavených rostlin je způsobena nahromaděním jedovatých produktů anaerobního dýchání, vyvrátily práce Richtera a Grečušnikové (1933), Peacha (1935), a Lainga (1940) zjištěním jak značné tolerance pletiv listů a odnožovacích uzlů vůči vyššímu obsahu etylalkoholu, tak maximálně možných jeho množství v pletivech. Griněva (1963) prokázala, že kořeny slunečnice a kukuřice za anaerobních podmínek uvolňují značné množství etylalkoholu do prostředí.

Z těchto prací, výsledků pokusů vlastního kolektivu (Tumanov 1933, Timofeeva 1935) a zvl. studie Grünbergovy (1932) vyvodil Tumanov (1940), že z hlediska zhoubného účinku vymokání na ozimy jsou primární ztráty energetického materiálu při intenzivním anaerobním dýchání, jež vedou k odumírání pletiv i celých rostlin. Opomenul přitom názor Kostyčeva (1933) na nedostatečnou energetickou efektivnost anaerobního dýchání. Podle Jamese (1953) nejsou buňky v takových podmínkách schopny využít dýcháním uvolněnou energii. Přes zjištěný vzrůst intenzity glykolýzy (Griněva 1963) je brzděna schopnost kořenů syntetizovat polysacharidy (van der Heide a kol. 1963) i bílkoviny (Bobkova 1965).

Lapin (1948) vyvodil, že za nepřístupu kyslíku probíhá dýchání po vyčerpání glycidů na účet produktů proteolýzy, takže dochází k irreversibilní koagulaci protoplazmy. Podle Jamese (1953) je taková porucha spojena s rychlým rozrušením a rozpadem protoplazmatických struktur.

Zjištění závislosti rezistence pšenice vůči vymokání na rozvoji struktur i intenzitě fotosyntézy vedlo Golíčinského (1948) k názoru, že kyslík uvolněný při asimilaci difunduje intercelulárami do orgánů ponořených ve vodě a zajišťuje v nich normální průběh dýchání i ostatních životních pochodů. Transport kyslíku těmito pletivou u trav potvrdila Kacperska (1961), když Soldatěkov a Čirkova (1963) zjistili i přesun kyslíku též asimilačním proudem ve floru.

Studie změn základních fyziologických procesů u různých druhů rostlin pod vodou sice ukazují ovlivnění složek vodního provozu, absorpce živin, dýchání, foto-

syntézy a růstu (viz přehled Stiles 1960, Veretennikov 1964, Segefa 1967), neposkytuje však dosud přesný obraz o mechanismu účinku vymokání na rostliny ozimů, zvláště proto, že tento je vázán na relativně nízké teploty (Forward 1960).

Tumanov (1933), Timofejeva (1935), Karelin (1936), Karetnikov (1936), Jakovlev (1960) a Stěpanovskij (1965) zjistili závislost rezistence ozimé pšenice a žita vůči vymokání na fázi růstu i vyšší citlivost rostlin na jaře, než jsou-li ohroženy záplavou na podzim. Délka trvání vymokání hraje roli nejen z hlediska životnosti rostlin, ale téže deprese výnosu těch porostů, u nichž nedošlo přímo k odumírání rostlin. Je škoda, že pro vysvětlení rozdílů v rezistenci u odrůd nelze využít výsledků práce Ikedy a kol. (1955), protože tito autoři pracovali jen za vyšších teplot. Podle McKenzieho (1951) jsou vytrvalé jeteleviny značně citlivější na vymokání než trávy. Starší rostliny jetele červeného byly v pokusech Denlina (1950) i Djakovy a Chlebnikové (1952) méně odolné než rostliny mladších porostů. Davis a Martin (1949) zjistili, že některé druhy pícnin jeví v době vegetačního klidu vyšší rezistenci.

Výsledky našeho studia odolnosti ozimů vůči přímým účinkům vymokání analyzujeme v jiné práci (Segefa 1967). Zde chceme vyhodnotit vliv vymokání na podzim a na konci zimy na následnou rezistenci rostlin vůči mrazu, neboť tato otázka, závažná z hlediska komplexní zimovzdornosti i ekologie rezistence vůči mrazu, nebyla dosud podrobněji studována. Z výsledků získaných ve víceletém studiu problematiky uvádíme jen nejcharakterističtější.

MATERIÁL A METODIKA

Pokusy s odrůdami ozimé pšenice a žita (osivo získáno ze šlechtitelských stanic SSP) jsme prováděli v plechových, 42 cm vysokých nádobách s plným dnem, nad kterým je otvor, uzavíratelný gumovou zátkou. Byly naplněny černozemí z lokality Líbeznice do výše 10 cm od horního okraje. Podle zásad popsaných dříve (Segefa 1957) byly pokusné nádoby s rostlinami z časově odstupňovaných výsevů (2–3 termíny) ponechány ve volném prostranství až do doby ovlivnění záplavou. Byla dosažena opakovanou záplavou tak, že rostliny byly zcela pod hladinou vody. Voda byla vždy předem vytemperována na teplotu udržovanou po celou dobu ovlivnění v chladicích komorách. Současně byly v komorách v temnotě uloženy nádoby variant kontrolních, tj. záplavou vody neovlivněných. Po ukončení záplavy byla voda opatrně odtahována násoskou a umožněn průsak a odtok vody otvorem nade dnem. Nádoby byly převezeny opět na volné prostranství, kde se rostliny vyvíjely a otužovaly za přirozených podmínek. V příslušných termínech byly pak varianty kontrolní i dříve záplavou ovlivněné vystaveny účinkům mrazu v mrazicí komoře. Přitom byla přesně dodržována standardní rychlost poklesu a vzestupu teploty vzduchu i trvání určené teploty. Jednotlivé pokusné nádoby, zahrnující 12–15 rostlin a představující jedno ze šesti opakování každé varianty, byly v prostoru rozloženy tak, aby byl vyloučen případný vliv horizontální a vertikální čelnitosti teplotních podmínek. Po odtání byly nádoby převezeny do skleníku, kde po 14–21 dnech pěstování za teplot 18–25 °C byl hodnocen stupeň poškození rostlin všech opakování jednotlivých variant pokusu.

POKUSY A VÝSLEDKY

Na podzim 1956 jsme ovlivnili rostliny šesti odrůd oz. pšenice a žita ve fázi jednoho listu, 2–3 listů a odnožování záplavou trvajícím při teplotě 5 °C a 14 °C 5 a 10 dnů. Dne 15. 12. jsme pak část pokusného materiálu, po ukončení vlivu vymokání vedeného v přirozených podmínkách, vystavili účinkům teploty –8 °C. U druhé části materiálu byla rezistence vůči mrazu určena dne 21. 1. 1957 za teploty –10 °C. Výsledky dosažené u obou částí pokusu jsou shrnuty v tabulce I. Údaje zjištěné u jednotlivých variant jsou vyjádřeny jako procenta absolutní hodnoty přezimování u kontrolních, vymokáním nezašazených variant.

Zatímco zásahy mrazu vyvolaly hynutí jen relativně malého procenta rostlin kontrolních, neovlivněných na podzim stojící vodou, vymokání na podzim

značně ovlivnilo rezistenci rostlin jednotlivých variant vůči mrazu v následující zimě. Výrazný vliv projevil podmínky, při kterých byly rostliny vystaveny působení stojící vody. Vymokání za vyšší teploty, resp. trvající delší dobu způsobovalo větší depresi rezistence vůči mrazu, než působilo-li kratší dobu, a zvláště jestliže v té době teplota byla nižší ($+5^{\circ}\text{C}$). Rostliny většiny odrůd z pozdějších výsevů jeví jak nižší přímou mrazuvzdornost, tak výraznější depresi rezistence vůči mrazu vlivem vymokání. Nejvýraznější difference mezi rostlinami různé fáze se jeví u oz. žita.

V pozdějším zásahu (21. 1. 1957) mrazu v regulovaných podmínkách, kdy působila nižší teplota než v prvním, jeví kontrolní rostliny všech variant vyšší rezistenci vůči mrazu a rovněž i rostliny variant ovlivněných vymokáním prokazovaly ve většině případů vyšší mrazuvzdornost než v polovině prosince. V obou případech procházely rostliny za přirozených nižších teplot v prosinci a lednu etapou otužování. Ovšem srovnání s rezistencí kontrolních variant prokazuje, že i při delším působení podmínek indukujících odolnost, je průběh pochodů otužování v rostlinách ovlivněných na podzim stojící vodou brzděn.

Podobné výsledky jsme získali v zimě 1960–1961, když rostliny tří odrůd oz. pšenice a oz. žita přežijí 5-, 10- a 15denní zaplavení vodou za teploty 5° a 10°C byly po 4týdenním pěstování za přirozených podmínek 20. 12. 1960 vystaveny v mrazírně po dobu 24 hodin zásahu -7°C . Druhá část pokusného materiálu byla pak 2. 2. 1961 exponována 24 hodin při teplotě -10°C .

Jak ukazují přímé relativní hodnoty přežívání všech variant shrnuté v tabulce II, mělo i v tomto pokusu zatopení rostlin vodou na podzim značný vliv na následnou rezistenci vůči mrazu. Protože v tomto případě byla relativně vyšší teplota v průběhu vymokání nižší než v pokusu prvním, je rozdíl mezi účinkem obou teplotních variant vymokání na následnou mrazuvzdornost menší. Jinak jsou však výsledky z obou pokusů shodné.

Zatímco u variant kontrolních, neovlivněných vymokáním, nebyly v zásadách mrazu, provedených ve značném časovém odstupu a při různých teplotách, zjištěny větší rozdíly v procentu přežívání, ukazuje srovnání těchto hodnot u rostlin vystavených na podzim účinku vymokání relativní pokles hodnot přežívání v čase (zvláště u odrůdy 'Fanal'). Pouze rostliny obou výsevů oz. žita vykazovaly v únoru vyšší mrazuvzdornost než v prosinci.

Protože v našich podmínkách se vymokání projevuje často za oteplení v průběhu zimy, mohou být ozimky ohroženy mrazy, jež se ještě později dostaví, pokusili jsme se vhodnotit vliv záplavy na rezistenci vůči mrazu. Pokus byl proveden v zimě 1960/1961, která byla relativně mírná. Nádoby s rostlinami 4 odrůd oz. pšenice a žita z výsevu 23. 10. 1960 byly v únoru, kdy denní minimální teploty kolísaly okolo 0°C , vystaveny vlivu záplavy vodou za teploty 5° a 10°C po dobu 5 a 15 dnů. Současně byly za těchto teplot v temnotě exponovány kontrolní varianty sloupcem stojící vody neovlivněné. Po uplynutí určené doby a odtážení vody byly nádoby obou variant převezeny vždy na volné prostranství, kde za poměrně příznivých teplot byly ponechány do 18. 3. 1961. Tehdy byl vhodnocen účinek zatopení na životnost a růst rostlin jednotlivých variant. Pak byly nádoby uvedených pokusných členů (kromě nádob varianty ovlivněné 15 dnů vymokání při 10°C , u nichž značná část rostlin uhynula) spolu s těmi, které i po dobu vymokání byly ponechány v přirozených podmínkách a nebyly tedy nijak ovlivněny, přeneseny do mrazicí komory, kde byly ponechány při teplotě $+0.5^{\circ}\text{C}$ do následujícího dne a pak vystaveny 24 hod. účinku teploty -5°C . Po opětovném zvýšení teploty na

I. Průměrné procento nepoškozených rostlin 6 odrůd ozimé pšenice a žita ovlivněných na podzim 1956 ve dvou růstových fázích 5- a 10denním vymokáním za teploty 14 a 5 °C, jež byly pak 15. 12. 1956 a 21. 1. 1957 vystaveny zásahu mrazu v mrazičích komorách. Kromě přímých % hodnot je údaj variant ovlivněných vymokáním uveden v % přežívání variant kontrolních, jež byly vystaveny jen účinku mrazu (= 100 %)

Druh — odrůda	Růstová fáze v době vymokání	Zásah — 8 °C (24 hod. dne 15. 12. 1956)						Zásah — 10 °C (24 hod. dne 21. 1. 1957)				
		vymokání na podzim 1956 při teplotě										
		K bez vy- mokání	14 °C		5 °C		K bez vy- mokání	14 °C		5 °C		
			5	10	5	10		5	10	5	10	
Česká přesívka	1 list	přimo	91,2	74,3	63,2	84,1	83,3	96,7	86,4	74,8	90,6	83,0
		relativní	100,0	81,5	69,3	92,2	91,3	100,0	89,3	77,4	93,7	85,8
	odnožování	přimo	94,5	75,2	67,7	87,4	34,3	95,1	84,2	76,1	88,4	81,6
		relativní	100,0	79,6	71,6	92,5	36,3	100,0	88,5	80,0	93,0	85,8
Chlumecká 12	1 list	přimo	93,6	64,3	60,2	72,4	68,8	94,2	73,6	67,3	86,0	84,2
		relativní	100,0	68,7	64,3	77,4	73,5	100,0	78,1	71,4	91,3	89,4
	odnožování	přimo	95,4	71,9	63,0	74,7	69,5	94,3	78,1	60,9	83,1	77,5
		relativní	100,0	75,4	66,0	78,3	72,9	100,0	82,4	64,2	87,7	81,8

Pyšelka	1 list	přimo	76,1	43,5	39,6	57,9	49,6	76,5	48,5	43,7	53,4	51,7
		relativní	100,0	57,2	52,0	76,1	65,2	100,0	63,4	57,1	69,8	67,6
	odnožování	přimo	79,8	51,4	45,5	62,1	60,4	81,5	57,3	50,3	61,0	58,0
		relativní	100,0	64,4	57,0	77,8	75,7	100,0	70,3	61,7	74,8	71,2
Kaštická osinatka	1 list	přimo	83,4	59,4	57,4	68,9	64,2	86,4	70,3	66,7	73,3	69,7
		relativní	100,0	71,2	68,8	82,6	77,0	100,0	81,4	77,2	84,8	80,7
	odnožování	přimo	87,4	67,7	65,4	70,1	71,8	90,3	72,7	—	77,8	—
		relativní	100,0	77,5	74,8	80,2	82,2	100,0	80,5	—	86,2	—
Ciewener 192	1 list	přimo	94,7	65,5	58,8	68,5	66,7	95,7	69,1	67,3	76,7	73,0
		relativní	100,0	69,2	62,1	72,3	70,4	100,0	72,2	70,3	80,1	76,3
	odnožování	přimo	90,4	74,8	70,5	77,7	75,9	91,3	78,1	69,3	81,9	80,6
		relativní	100,0	82,7	78,0	86,0	84,0	100,0	85,5	75,9	89,7	88,3
Žito české	1 list	přimo	98,1	47,3	31,5	62,6	60,8	100,0	58,7	47,2	71,2	73,5
		relativní	100,0	48,2	32,1	63,8	62,0	100,0	58,7	47,2	71,2	73,5
	odnožování	přimo	100,0	78,6	57,1	81,0	73,6	100,0	74,4	53,2	89,7	85,1
		relativní	100,0	76,6	57,1	81,0	73,6	100,0	74,4	53,2	89,7	85,1

II. Průměrné procento nepoškozených rostlin 4 odrůd ozimé pšenice a žita ovlivněných na podzim 1960 ve dvou růstových fázích 5-, 10- a 15denním vymokáním za teploty 10 a 5 °C, jež pak byly 20. 12. 1960 a 2. 2. 1961 vystaveny mrazu v mrazivých komorách. Kromě přímých % hodnot je údaj variant ovlivněných vymokáním uveden v % přežívání variant kontrolních, jež byly vystaveny jen účinku mrazu (= 100 %)

Druh odrůda	Růstová fáze při vymokání	Zásah — 7 °C (24 hod.) 20. 12. 1960									Zásah — 10 °C (24 hod.) 2. 2. 1961					
		vymokání na podzim 1960 při teplotě														
		K bez vy- mokání	10 °C			5 °C			K bez vy- možání	10 °C			5 °C			
			5	10	15	5	10	15		5	10	15	5	10	15	
Chlumecká 12	2 listy	přímo	96,3	81,7	82,3	73,6	87,2	84,5	81,1	96,2	68,4	—	63,7	79,3	79,2	72,2
		relat.	100,0	84,8	85,5	76,4	90,6	87,7	84,2	100,0	71,1	—	66,2	82,4	82,3	75,1
	odnož	přímo	95,7	83,5	97,7	75,2	86,1	79,4	77,0	93,0	70,3	65,2	60,8	78,6	76,0	71,1
		relat.	100,0	87,3	83,3	78,6	90,0	83,0	80,5	100,0	75,0	69,6	64,9	86,9	81,1	75,9
Pavlovická 198	2 listy	přímo	88,1	70,9	70,1	61,9	83,3	75,2	70,4	84,3	61,4	56,7	55,2	74,5	70,3	58,4
		relat.	100,0	80,5	79,6	70,3	94,6	85,4	79,9	100,0	72,8	67,3	65,5	88,4	83,4	69,3
	odnož	přímo	93,2	72,4	71,3	69,3	84,5	79,7	68,5	91,0	63,8	60,3	50,1	74,3	71,8	63,7
		relat.	100,0	77,7	76,5	74,4	90,7	85,5	73,5	100,0	70,1	66,3	55,1	81,6	78,9	70,0
Fanal	2 listy	přímo	81,0	63,1	60,5	49,4	67,5	61,4	53,0	78,8	46,1	45,0	38,4	44,1	42,4	39,3
		relat.	100,0	77,9	74,7	61,0	83,3	75,8	65,4	100,0	58,5	57,1	48,7	56,0	53,8	49,4
	odnož	přímo	85,4	60,5	57,6	48,2	—	67,8	56,3	81,3	47,3	41,5	35,3	49,4	33,9	30,3
		relat.	100,0	71,6	67,4	56,4	—	79,4	65,9	100,0	58,1	51,0	43,4	60,7	41,6	37,2
Žito české	2 listy	přímo	97,5	58,2	50,4	46,8	71,3	66,2	59,7	100,0	76,7	73,3	70,5	81,1	77,1	75,2
		relat.	100,0	59,7	51,7	48,0	73,1	67,9	61,2	100,0	76,7	73,3	70,5	81,0	77,1	75,2
	odnož	přímo	100,0	62,0	60,4	53,7	80,2	78,5	64,3	100,0	81,5	78,6	67,9	81,3	80,5	73,5
		relat.	100,0	62,0	60,4	53,7	80,2	78,5	64,3	100,0	81,5	78,6	67,9	81,3	80,5	73,5

III. Průměrné procento nepoškozených rostlin 4 odrůd ozimé pšenice a žita po 24hodinovém zásahu teploty -5°C , když v únoru 1961 byly nebo nebyly jednotlivé varianty ovlivněny zátopou vody za teploty 10 a 5°C

Druh — odrůda	Kontroly bez ovlivnění	Ovlivnění rostlin v únoru teplotami											
		10 $^{\circ}\text{C}$				5 $^{\circ}\text{C}$							
		5 dnů				5 dnů				15 dnů			
		bez vody		vymokání		bez vody		vymokání		bez vody		vymokání	
		přím	relat.	přím	relat.	přím	relat.	přím	relat.	přím	relat.	přím	relat.
Chlumecká	přím 86,3	61,6	100,0	43,0	69,8	80,4	100,0	73,7	91,7	57,5	100,0	48,9	85,0
	relat. 100,0	71,4		49,8		93,2		35,4		66,6		56,7	
Pavlovická 198	přím 79,5	54,1	100,0	29,3	54,2	75,7	100,0	67,2	88,8	49,8	100,0	37,4	75,1
	relat. 100,0	68,0		36,8		95,2		84,5		62,6		47,0	
Fanal	přím 61,7	23,4	100,0	7,4	31,6	56,5	100,0	39,4	69,7	27,6	100,0	14,4	52,2
	relat. 100,0	37,9		12,0		91,6		63,8		44,7		23,3	
Žito české	přím 97,3	64,2	100,0	9,3	14,3	83,7	100,0	29,6	35,4	54,1		—	—
	relat. 100,0	67,0		9,6		85,7		30,4		55,6		—	—

+4 °C byly nádoby převezeny na parapety ve volném prostranství a po 14 dnech vyhodnocen stav rostlin jednotlivých variant.

V tabulce III jsou u jednotlivých variant kromě absolutních hodnot uvedeny dva údaje relativní, získané přepočtem procent přežívání na hodnoty jednak u variant kontrolních — neovlivněných sice vymokáním, ale paralelně konstantními vyššími teplotami v temnotě, a jednak u variant, které byly po celou dobu ponechány ve volném prostranství. Na základě těchto přepočtů je možné analyzovat poměrně složitý komplex faktorů ovlivňujících mrazuvzdornost oz. pšenice na jaře. Vedle vlastních účinků vymokání třeba mít na zřeteli i vliv dalších podmínek vymokání doprovázejících, tj. zřetelně vyšší teploty a temnoty. U variant, jež byly takovým podmínkám vystaveny bez spolupůsobení stojící vody, je zřetelný jejich vliv na ztrátu stavu otužení rostlin. Demonstruje ho pokles relativních procent nepoškozených rostlin u variant vystavených v temnotě působení teploty 10 ° a 5 °C po dobu 5, resp. 15 dnů. Takto vyvolávaná deprese následné mrazuvzdornosti je výrazná za teploty 10 °C, zvl. u neodolné odrůdy 'Fanal'. Vlastní účinek vymokání na jaře na následnou rezistenci vůči mrazu, vyhodnocený nejen pomocí diferencí hodnot přežívání u variant vystavených stejným podmínkám bez a s vlivem záplavy vodou, ale též pomocí procentuálních vyjádření přežívání variant zaplavených vodou v hodnotách těchto variant bez účinku stojící vody, je výrazně závislý na teplotě, která v té době působí. Vymokání při nižší teplotě nezpůsobuje takovou depresi rezistence vůči mrazu, i když působí delší dobu, jako vymokání za teploty 10 °C. Je vždy zřetelné u nemrazuvzdorné odrůdy a zvláště u oz. žita 'Českého', jehož mrazuvzdornost byla přitom relativně málo ovlivněna účinkem vyšších teplot bez zátopy vodou.

DISKUSE

Problém přezimování zemědělských plodin je v podmínkách přechodného klimatu střední Evropy složitý proto, že škodlivé uplatnění různých činitelů, patřících do tohoto rozmanitého komplexu, je v jednotlivých zimách velmi nepravidelné. Jen výjimečně působí zde izolovaně na větších plochách jeden nepříznivý faktor. Naopak se velmi často v průběhu jedné zimy střídají na jednom místě vlivy celé řady škodlivých fyzikálních, edafických a biotických činitelů. Až na výjimky není možné se domnívat, že zimovzdornost je v našich podmínkách identická buď s rezistencí vůči mrazu nebo s odolností vůči jednomu škodlivému faktoru zimy. Ohrožení porostů ozimů záleží především na tom, jak se vlivy jednotlivých škodlivých činitelů v různých etapách zimy vzhledem k dynamice vždy spolupůsobících nízkých teplot svým rozsahem a časově různě kombinují (S e g e f a 1966).

Platí to též o vymokání, kdy hynutí rostlin je vyvoláváno déle trvajícím účinkem vody stojící na povrchu půdy. Prokázali jsme (S e g e f a 1967), že letální působení vymokání na ozimé obiloviny závisí především na teplotě při něm panující a že se projevuje zvláště výrazně u vzházejících rostlin. Později jsou rostliny odolnější, ovšem i tehdy se projevují rozdíly mezi odrůdami a druhy. Ozimé žito je citlivější na vymokání podobně jako odrůdy pšenice, které vykazují dobrou rezistenci vůči mrazu.

I když již T u m a n o v (1940) naznačil negativní vliv podzimní záplavy rostlin vodou na další jejich rezistenci vůči mrazu, nebyla otázka takových nepříznivých škodlivých vlivů vymokání podrobněji studována. Má význam zvláště

v našich podmínkách, kde je sice menší pravděpodobnost přímých letálních účinků dešetrávající záplavy, kde však dočasné působení vymokání na podzim i během zimy je časté. Že skutečně takové vymokání má nepříznivý vliv na následný růst, průběh procesů adaptace rostlin před zimou a následnou rezistenci vůči mrazu, prokázaly jednoznačně v této práci popsane pokusy.

Ve všech pokusech jsme kombinovali ovlivnění rostlin jak záplavou, tak i mrazy v prostorách s přesně regulovanými teplotami se zajištěním normálního průběhu růstu a otužování v přirozených podmínkách. Protože však v případě vymokání na podzim i v zimě je nutno předpokládat, že vedle brzdivého účinku samotné záplavy rostlin vodou na pochody otužování se uplatňují i teplotní podmínky při vymokání panující, zařadili jsme do pokusů kontrolní varianty. Ty se v době ovlivnění pokusných variant vymokáním nacházely za stejných vnějších podmínek (teplota, tma). Deprese rezistence vůči mrazu však u nich v žádném případě nedosahuje úrovně vyvolané v těchto podmínkách rostlin vodou.

Z hlediska celkové úrovně i dynamiky rezistence ozimů vůči mrazu během zimy je závažné zjištění, že vymokání na podzim ovlivňuje nejen procesy otužování a odolnost na začátku zimy, ale po celou zimu. Tento vliv se projevuje bez ohledu na růstovou fázi, v které byly rostliny vymokáním ovlivněny, ačkoliv v soulase s hladinou mrazuvzdornosti u kontrolních variant byla i rezistence rostlin zasažených vymokáním v mladší fázi vývinu nižší než těch, které již odolávaly. Tyto výsledky odpovídají zjištěním *Thurmana* (1955). *Singlem* (1964) zjištěný pozitivní vliv snížené tenze kyslíku v atmosféře při teplotě 0°C na rezistenci souvisí spíše s předčasným zastavením růstu jako podmínkou otužování než s procesy, které vymokání v rostlinách vyvolávají.

O tom, že i vymokání, uplatňující se až ke konci zimy, může snížit jejich následnou odolnost vůči mrazu, svědčí výsledky pokusu provedeného na jaře 1961. Pro vyjádření interakčních účinků teplotních podmínek panujících při působení záplavy vodou na ztrátu mrazuvzdornosti zařadili jsme do pokusu varianty, jež byly ovlivněny stejnými podmínkami teplotními, avšak bez vymokání. Tak jsme mohli zvláště u odrůdy 'Fanal', málo odolné vůči mrazu, prokázat, že sama 5denní expozice za teploty 10°C nebo 10denní ovlivnění teplotou 5°C bez vymokání vedly k mnohem větší depresi mrazuvzdornosti než u odrůd s vyšší rezistencí ('Chlumecká 12', 'Pavlovická 198'). Jestliže se současně uplatnila záplava vodou, byla následná rezistence vůči mrazu tím více snížena. U žita 'Českého' samy vyšší teploty sice nepůsobily příliš velký pokles mrazuvzdornosti, avšak byly-li rostliny zaplaveny vodou, snížila se rezistence vůči následujícímu mrazu tak, že jen malá část rostlin zůstala nepoškozena.

ZÁVER

Bylo zjištěno, že vymokání na podzim i ke konci zimy velmi výrazně brzdí pochody otužování a snižuje následnou rezistenci rostlin vůči mrazu v zimě. Čím delší bylo trvání vymokání a čím vyšší teplota spolupůsobila, tím větší byla deprese odolnosti.

Jak ukázaly kontrolní varianty, jeví vyšší teploty, doprovázející účinky vymokání, negativní vliv na rezistenci. Deprese rezistence je však způsobována především vlivem vymokání i v případě, že jeho přímé účinky na životnost nedosahovaly letální úrovně.

Vliv vymokání na mrazuvzdornost je u různých odrůd kvantitativně odlišný a je výraznější u odrůd s nízkou odolností vůči mrazu. Stejně jako v případě rezistence vůči mrazu též u variant odvlhčených vymokáním jeví vyšší odolnost rostliny lépe vyvinuté než rostliny v nejmladších fázích růstu.

Došlo dne 10. 5. 1967

Literatura

1. BOBKOVÁ, L. P.: Příčiny uvjadaní dyn' při izbytočnom orošení. = „Fiziol. rastenij“, 1965, 12, s. 64-68. — 2. DAVIS, A. G. - MARTIN, B. F.: Observations on the effect of artificial flooding on certain herbage plants. = „J. Brit. Grassland Soc.“, 4, 1949, s. 63-65. — 3. DENLIN, G. M.: Klever krasnyj, vydrživa-juščij dlitel'noje zatopenije. = „Sel. i semenov.“, 4, 1960, s. 78-81. — 4. DJAKOVA, E. V. - CHLEBNIKOVA, N. A.: Vlijanije reljefa na razvitije i stojkost klevera krasnogo v uslovijach děrnovo-podzolistych počv. = „Dokl. Vashnil“, 10, 1952, s. 7-14. — 5. FORWARD, D. F.: Effect of temperature on respiration. = „Encycl. of plant physiol.“, 12/2, 1960, s. 234-258. — 6. GRINEVA, G. M.: Ob obrazovanii i vydelenii spirta kornami rastenij v anaerobnyh uslovijach. = „Fiziol. rast.“, 10, 1963, s. 432-440. — 7. GOLICINSKIJ, D. A.: Miněralnoje pitanije kak faktor ustojčivosti rastenij protiv vymokaniju. = „Tr. Belorus. s. ch. in-ta“, 13, 1948, s. 2-68. — 8. GRÜNBERG, G.: Über die Ursachen des Zelltodes in Anaerobiose. = „Planta“, 16, 1932, s. 433-466. — 9. HEIDE, H. van der - BOER-BOLT BERENDINA, M. de - RAALTE, M. H. van: The effect of a low oxygen content of the medium on the roots of barley seedlings. = „Acta bot. Neerl.“, 12, 1963, s. 231-247. — 10. IKEDA, T. - HIGASHI, S. - KAWAIDE, T. aj.: Studies on the resistance of cereal varieties to excessive moisture. II-III. = „Tokai Kinki Nagyo Shikenjo Kenkyu Hokoku“, 1955, s. 11-16 a 17-21. — 11. JAKOVLEV, N. N.: Příčiny gibelí ozimój pšenicy při perezimovke. = In: Sbor. Zimostojkost s. ch. kultur, Moskva, 1960, s. 283-304. — 12. JAMES, W. O.: Plant respiration. Oxford 1953. — 13. KACPERSKAJA, A.: Durchlüftungssystem bei den Grashauptarten auf Überschwemmungswiesen. War-szawa, PWRiL, Probleme der Wiesen- und Weidenmeliorationen, 1961, s. 238-247. — 14. KARELIN, T. I.: Vlijanije udobrenij i boronovanija na urožajnost pšenicy v uslovijach izbytočnogo uvlažnenija. = In: Kulturtechn. sb. Severn. int. gidrotechn. meilor., 1, 1936, s. 103-111 (ex Tumanov, 1940). — 15. KARETNIKOV, A. F.: Vynoslivost oz. chlebov k prodolžitel'nosti zatopenija poverchnostnymi vodami. = „Chimizacija soc. zemledělja“, 12, 1936, s. 72-77. — 16. KOSTYČEV, S. D.: Fiziologija rastenij. Selchoziz, Moskva, 1933. — 17. LAING, H. E.: The composition of the internal atmosphere of Nuphar advenum and other water plants. = „Amer. J. Bot.“, 27, 1940, s. 861-868. — 18. LAPIN, M. M.: Vodno-vozdušnyj režim počvy i perezimovka ozimych kultur. = „Sov. agronomija“, 2, 1948, s. 36-42. — 19. Mc KENZIE, R. E.: The ability of forage plants to survive early spring flooding. = „Scient. agric.“, 31, 1951, s. 358-367. — 20. PAECH, K.: Experimentelle Studien über die Anaerobiose höherer Pflanzen. = „Planta“, 24, 1935, s. 529-551. — 21. RICHTER, A. A. - GREČUŠNIKOVA, A. J.: K voprosu o fiziologičeskich processach, ležaščich v osnove gibelí ozimych chlebov ot vyprevanija ili zadušenija pod ledjanoj korkoj. = „Izv. A. N. SSSR“, 3, 1932, s. 391-408. — 22. SEGETA, V.: Jednoduchá metoda určení odolnosti ozimých obilovin proti některým škodlivým činitelům zimy. = „Vědec. práce ČSAZV-VÚRV“, 3, 1957, s. 83-96. — 23. SEGETA, V.: Teze habili-tační práce. Vys. škola zemědělská, Praha, 1966. — 24. SEGETA, V.: Odolnost ozimých obilovin vůči přímým účinkům vymokání. = „Vědecké práce ÚVÚRV-Ruzyň“, 14, 1967 (v tisku). — 25. SINGLE, W. V.: Effect of reduced oxygen supply on frost hardening in plants. = „Nature“ (London), 202, 1964, s. 109-110. — 26. SOL-DATENKOV, S. V. - ČIRKOVA, T. V.: O roli listjev v dychanii korněj, lišennych kisloroda. = „Fiziol. rast.“, 10, 1963, s. 535-543. — 27. STILES, W.: The composition of the atmosphere (oxygen content of air, water, soil, intercellular spaces, diffusion, carbon dioxide and oxygen tension). = „Encycl. of plant physiology“, 12/2, 1960, s. 114-148. — 28. STĚPANOVSKIJ, I. J.: Povyšať ustojčivost ozimój rži k vymoka-niju. = „Selekcija i semenovodstvo“, 1965, s. 75-76. — 29. THURMAN, R. Z.: Growth of winter small grains under excessive moisture. = „Sth. seedman“, 18, 1955, s. 46-47. — 30. TIMOFJEJEVA, M. T.: Příčiny gibelí oz. zlakov v uslovijach severa v svjazí so srokami, sposobami poseva, razvitijem i zakalkoj rastenij. = „Tr. po prikl. bot. gen. selek.“, ser. III., 6, 1935, s. 59-95. — 31. TUMANOV, I. I.: Fizio-

logičeskiye osnovy zimostojkosti kulturnych rastenij. Moskva, Selchozgiz, 1940. — 32. VERETNNIKOV, A. V.: Vlijaniye vremennogo izbytočnogo uvlažnenija na fiziologičeskiye processy drevesnyh rastenij. Moskva. - Nauka 1964.

Влияние вымокания на морозостойкость озимых зерновых

В рамках изучения динамики и экологии морозостойкости озимых культур и устойчивости к вымоканию в течение нескольких лет изучалось влияние временного затопления растений на уровень их последующей морозостойкости. Растения нескольких сортов озимой пшеницы и озимой ржи, выросшие и закаленные в разной фазе роста в естественных условиях, подвергались в камерах с разной регулируемой температурой и в разные отрезки времени вымоканию, а позже и действию мороза.

Установлено, что вымокание осенью и в конце зимы сильно тормозит процессы закаливания и ослабляет морозостойкость растений. Чем продолжительнее вымокание и выше температура, при которой оно проходило, тем выше была депрессия устойчивости. Согласно результатам контрольных вариантов, высокие температуры, сопровождающие вымокание, отрицательно влияют на устойчивость. Однако депрессия устойчивости вызывается, в первую очередь, вымоканием даже в том случае, когда его непосредственные воздействия на жизнеспособность растений не достигают летального уровня.

Влияние вымокания на морозостойкость у разных сортов в количественном отношении различно и проявляется сильнее у сортов со слабой морозостойкостью. Как и в случае морозостойкости у тех вариантов, которые подвергались вымоканию, большей устойчивостью обладали более развитые растения, чем растения в самых ранних фазах роста.

Текст к таблицам

- I. Средний процент неповрежденных растений 6 сортов озимой пшеницы и ржи, подвергавшихся осенью 1956 г. в двух фазах роста 5-ти и 10-дневному вымоканию при 14° и 5°C , которые затем 15. XII. 1956 г. и 21. I. 1957 г. подвергались действию мороза в морозильных камерах. Помимо непосредственных % величин, данные подвергнутых вымоканию вариантов приведены в % сохранившихся контрольных вариантов, подвергнутых лишь воздействию мороза ($= 100\%$)
- II. Средний процент неповрежденных растений 4 сортов озимой пшеницы и ржи, подвергнутых осенью 1960 г. в двух фазах роста 5, 10 и 15-дневному вымоканию при 10° и 5°C , которые затем 20. XII. 1960 г. и 2. II. 1961 г. подвергались действию мороза в морозильных камерах. Помимо непосредственных % величин, данные вариантов, подвергнутых вымоканию, приведены в % сохранившихся контрольных вариантов, подвергнутых лишь воздействию мороза ($= 100\%$)
- III. Средний процент неповрежденных растений 4 сортов озимой пшеницы и ржи после 24-часового действия температуры -5°C , когда в феврале отдельные варианты подвергались или не подвергались затоплению водой при 10° и 5°C

The Influence of Flooding on the Frost Hardiness of Winter Cereals

Within the scope of a study of the dynamic changes and of the ecology of the frost hardiness of winter cereals and of their resistance to flooding, the influence of a temporary flooding of plants on the level of their following frost hardiness was investigated in several experimental years. Plants of several varieties of winter wheat and winter rye grown and hardened in different stages of growth under natural conditions were in chambers with regulated temperatures subject to flooding for a different length of time and, later, also to the influence of frost.

It was found that flooding in autumn and towards the end of winter very distinctly slows down the processes of hardening and reduces the frost resistance of plants during in winter. The longer the time of flooding and the higher the simultaneous temperature, the larger was the reduction of their hardiness. As shown by control variants, the higher temperatures accompanying the effects of flooding exercise a negative influence on their resistance. However, the depression of the resistance is caused above all by flooding, and that even if its direct effects on the vitality of the plants did not reach a lethal level.

In the different varieties the influence of flooding on frost hardiness differs quantitatively and is more strongly marked in varieties with low frost hardiness.

Similar to frost resistance the older plants also of variants influenced by flooding showed a higher frost hardiness than did plants in the youngest stages of growth.

Text to the tables

- I. The average percentage of surviving plants of 6 varieties of winter wheat and rye exposed, in autumn 1956, at two stages of growth to a 5 and 10 days' flooding at a temperature of 14° and 5 °C, and exposed, on the 15th December 1956 and on the 21st January 1957, to frost in freezing chambers. Apart from the direct percentage of values, the variants influenced by flooding are stated in their percentage to the survival of control variants that have been exposed only to the effects of frost (= 100 per cent)
- II. The average percentage of surviving plants of 4 varieties of winter wheat and rye exposed, in the autumn of 1960, at two stages of growth to 5, 10, and 15 days' flooding under temperatures of 10 and 5 °C, and which were then exposed to frost in freezing chambers on 20th December 1960 and on 2nd February 1961. Apart from the direct percentage of values the variants influenced by flooding are stated, compared with the percentage of the survival of control variants that have been exposed only to the effects of frost (= 100 per cent)
- III. The average percentage of surviving plants of 4 varieties of winter wheat and rye after a 24 hours' exposure to a temperature of -5 °C, when, in February of 1961, the different variants had or had not been influenced by flooding under temperatures of 10 and 5 °C

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Segeřa, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyň

■ Od doby, kdy byl bór zařazen mezi nepostradatelné mikroelementy, potřebné k životu rostlin, je studiu jeho významu věnována soustavná pozornost velké řady badatelů. Většina starších i současných prací se zabývá otázkami potřeby bóru pro rostliny a symptomatologií deficiencie u kulturních rostlin.

Z hlediska fyziologické úlohy bóru je v poslední době zaměřena pozornost na vztah bóru k nukleinovým kyselinám (Školnik 1964) a růstovým regulátorům (Školnik 1965). Vliv vyšších, resp. toxických dávek bóru na fyziologické procesy byl dosud sledován poměrně málo. Příznaky toxického působení bóru na rostliny se zabývali Brenchley (1914), Bruno (1920), Eaton (1944), Langille a Mahoney (1959), Školnik (1950), Amberg (1961), Voříšek a Mannsbartová (1966) a jiní. Řada autorů řešila otázku příjmu a distribuce bóru v rostlině při jeho různém obsahu v živném substrátu (Bobko 1940, Eaton 1944, Otting 1957, Kibalenko a Sidoršina 1965).

Z literárních údajů je známo, že potřeba bóru u kulturních rostlin kolísá v závislosti na teplotě prostředí. Choroby vyvolané nedostatkem bóru jsou zvláště výrazně rozšířeny v letech se suchým a horkým létem, což svědčí o tom, že rostliny při vyšších teplotách prostředí mají zvýšenou potřebu bóru (Hobbs, Bertamson 1950). Rozdílný stupeň potřeby bóru za různých ekologických podmínek a vyšší potřeba bóru při vysoké teplotě jsou zdůvodňovány tím, že při vyšší teplotě je brzděn transport asimilátů, v němž bór hraje důležitou úlohu (Školnik, Stěklova, Solovjeva 1959). Vyšší potřeba bóru při vysokých teplotách je dále dávana do souvislosti s vlivem bóru na metabolismus nukleinových kyselin (Školnik, Solovjeva-Troickaja (1962). Boženko, Školnik, Mamot (1963), Solovjeva-Troickaja (1963) zdůvodňují vyšší potřebu bóru při vysokých teplotách jeho vlivem na energetický metabolismus, který je v podmínkách vysokých teplot a sucha narušován následkem snížené hladiny ATP v listech. Povolčko (1940), Paribok a Školnik (1962) zjistili, že rostliny při vyšší teplotě přijímají více bóru než při nižších teplotách. Na rozdíl od těchto autorů dospěl Oertli (1962) ve svých pokusech k závěru, že toxicita bóru pro rostliny se zvyšuje v podmínkách suchého klimatu. Se vzrůstem koncentrace bóru v prostředí se zvyšuje u rostlin potřeba vody a při nepříznivých podmínkách teploty a zvýšeném vodním deficitu může dojít k narušení normálního průběhu dýchání a v souvislosti s tím k narušení poměru procesu syntézy a rozkladu, což vede k neproduktivní ztrátě látek a energie.

V předložené práci, zaměřené na studium fyziologické úlohy vyšších koncentrací bóru při rozdílných teplotách, jsme se pokusili přispět k řešení rozporných názorů uváděných v literatuře. V pokusech s kukuřicí jsme se zaměřili na problém příjmu bóru rostlinami při nižších a vyšších teplotách, na sledování enzymatické aktivity, obsahu chlorofylu a karotenu a na sledování produktivity fotosyntézy.

MATERIÁL A METODIKA

Rostliny kukuřice (dvojí meziliniový hybrid 'Lednický středně pozdní') byly pěstovány v průtokových vodních kulturách na granulovaném polyetylénu v živném roztoku Richtera do fáze 4 listů. Pokusy probíhaly ve skleníkové kóji v červnu

při kolísání denní teploty mezi 15–25 °C a v červenci při kolísání denní teploty mezi 25–35 °C. Každý pokus měl 5 variant: kontrolní s 1 mg B/l, dále s 5, 10, 50 a 100 mg B/l. Bór byl přidáván do živných roztoků připravených z destilované vody a chemikálií analytické kvality ve formě H_3BO_3 . Ve fázi 4 listů byla stanovena aktivita katalázy v listech a kořenech manganometricky, aktivita dehydrogenázy bez specifického substrátu tetrazolovou metodou*) fotokolorimetricky na Spekolu, obsah chlorofylu a karotenu v listech po chromatografii na tenké vrstvě fotokolorimetricky na Spekolu.***) Intenzita fotosyntézy byla sledována terčíkovou metodou na rotační aparatuře při průměru terčíků 8 mm, teplotě 25 °C, průtoku vzduchu 800 l/hod. a expozici 240 minut. Obsah bóru v listech a kořenech byl stanoven fotokolorimetricky karminovou metodou na Spekolu při 575 nm.

VÝSLEDKY A JEJICH ROZBOR

PŘÍJEM BÓRU ROSTLINAMI PŘI RŮZNÝCH TEPLOTÁCH PROSTŘEDÍ

Výsledky stanovení obsahu bóru na konci pokusů jsou uvedeny v tabulce I. Pokusy ukázaly, že se zvyšující se koncentrací bóru v živném roztoku úměrně stoupá obsah bóru v listech a kořenech kukuřice. Listy hromadí podstatně více bóru než kořeny. Příjem bóru je závislý na teplotě prostředí. Rostliny pěstované v rozmezí teplot 15–25 °C přijímají méně bóru než rostliny pěstované v rozmezí teplot 25–35 °C. Zvýšený příjem bóru při vyšší teplotě je možno vysvětlit vlivem teploty na intenzitu transpirace při dostatečné zásobě rostlin vodou v podmínkách vodní kultury, přihlídneme-li k názoru, k němuž dospěli Kohl, Oertli (1961) a Oertli (1962), kteří uvádějí, že větší část bóru v listech není fixována a pohybuje se pasivně s transpiračním proudem xylemem. V porovnání s našimi předchozími výsledky (Voříšek 1965) ukázaly pokusy, že rostliny kukuřice reagují na přidání bóru do živného substrátu značně citlivěji než obilky, které při předosevním máčení snesou bez poškození dalšího růstu rostlin desetkrát vyšší koncentrace bóru.

VLIV BÓRU NA FYZIOLOGICKÉ PROCESY

Množství přijatého bóru rostlinami se výrazně projevilo v růstu rostlin, výskytu příznaků škodlivého působení a v průběhu fyziologických procesů.

Růst rostlin variant od 10 mg B/l pěstovaných v rozmezí vyšších i nižších teplot, byl normální, varianty s 50 mg B/l byly brzděny v růstu, a to více v rozmezí teploty od 15 do 25 °C. Dávka 100 mg B/l se ukázala jako silně škodlivá až toxická. Rostliny pěstované při této koncentraci počaly hynout po 7 až 14 dnech. Typickým příznakem škodlivého působení bóru byla chloróza, která se u rostlin pěstovaných v rozmezí teplot 15–25 °C u varianty s 50 mg B/l objevila a u varianty se 100 mg B/l byla velmi výrazná. Na listech byly četné nekrotické skvrny olejovitého charakteru, hlavně na okrajích a špičkách listů. V pokusu, který probíhal v rozmezí teplot 25–35 °C, došlo k zajímavému jevu, pokud jde o reakci rostlin na koncentraci bóru v živném roztoku a na teplotu. Ve fázi dvou listů se objevila u kontrolních rostlin chloróza, stejně jako u varianty s 5 a 50 mg B/l. Chloróza byla charakterizována žlutozelenou barvou listů, která se udržela až do konce pokusu. Rostliny varianty s 10 mg B/l byly na rozdíl od ostatních variant sytě zelené po celou dobu pokusu a vykazovaly lepší růst. Vliv bóru a teplot na obsah chlorofylu a karotenu v lis-

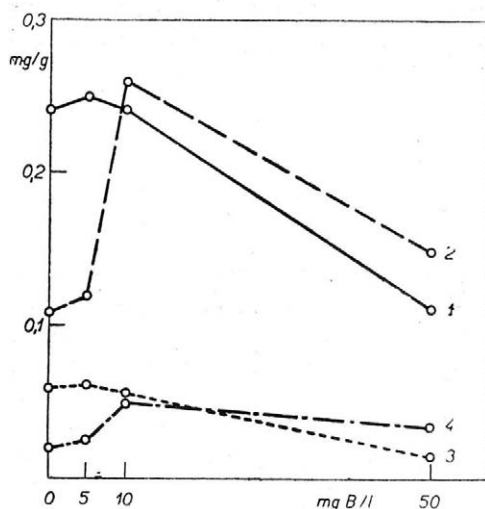
*) upraveno podle Lenharda (1956) a Hirta (1963).

**) podle Haspelové-Horvatovičové a Friče (1964).

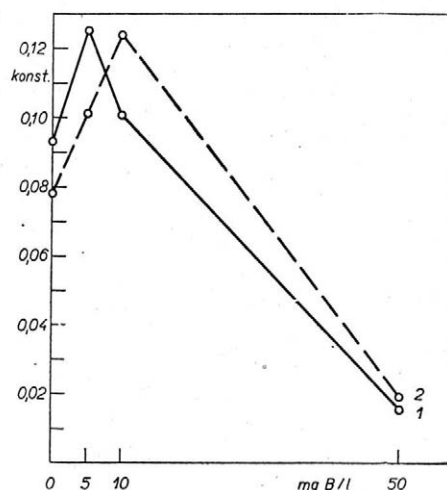
I. Obsah bóru v listech a kořenech kukuřice (*Zea mays* L.) ve fázi 4 listů

Varianty	Obsah B v mg na 1 g sušiny			
	u rostlin při 15–25 °C		u rostlin při 25–35 °C	
	listy	kořeny	listy	kořeny
Kontrola	0,044	0,035	0,056	0,039
5 mg B/l	0,391	0,125	0,452	0,198
10 mg B/l	0,651	0,336	0,694	0,396
50 mg B/l	0,817	0,667	0,870	0,680
100 mg B/l	2,148	1,418	—	—

tech zachycuje graf 1. Chloróza objevující se při pěstování rostlin v rozmezí teplot 15–25 °C u variant s 50 a 100 mg B/l je průvodním jevem toxického vlivu bóru na rostliny. Stejně je tomu u týchž variant pěstovaných v rozmezí vyšších teplot. Příčinu chlorózy u kontrolních rostlin a u rostlin varianty s 5 mg B/l pěstovaných při teplotě 25–35 °C není však podle našeho názoru možno vysvětlovat poruchami následkem škodlivého působení bóru. Tato chloróza je zřejmě vyvolána sníženou syntézou bílkovin v kořenech následkem vysoké teploty živného roztoku. A zde projevuje bór ve vhodné koncentraci, jak tomu bylo v našem případě u koncentrace 10 mg B/l, ochranný vliv na rostliny v podmínkách vyšších teplot. Tento vliv může souviset podle výkladu různých

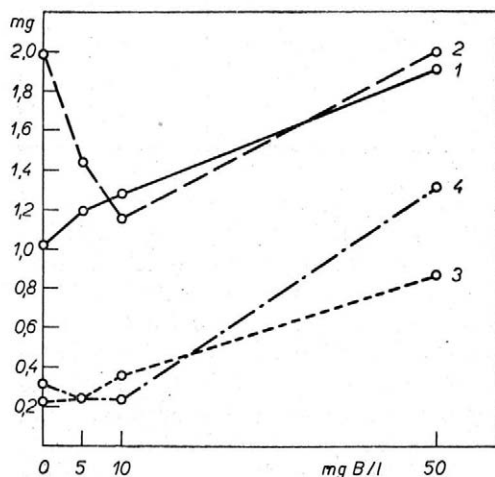


1. Vliv bóru a teploty na obsah chlorofylu a karotenu v listech kukuřice (*Zea mays* L.) ve fázi 4 listů v mg/g čerstvé hmoty: 1. chlorofyl při teplotě prostředí 15–25 °C, 2. chlorofyl při teplotě prostředí 25–35 °C, 3. karoten při teplotě prostředí 15–25 °C, 4. karoten při teplotě prostředí 25–35 °C

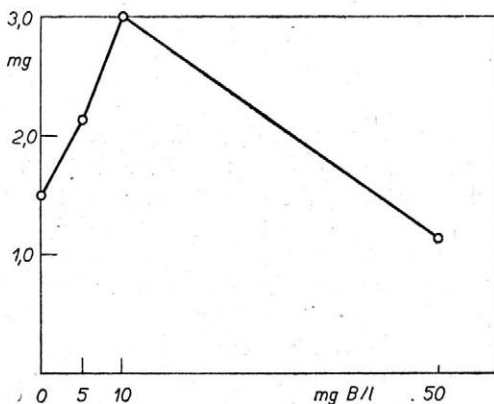


2. Vliv bóru a teploty na aktivitu katalázy v listech kukuřice (*Zea mays* L.) ve fázi 4 listů konstanty mol. reakce rozpadu H_2O_2 : 1. listy při teplotě prostředí 15–25 °C, 2. listy při teplotě prostředí 25–35 °C

autorů jednak s ochrannou vlastností bóru na biokoloidy protoplazmy, jednak s kladným účinkem bóru na syntézu bílkovin, resp. nukleinových kyselin (Školník 1964). Tuto vlastnost má bór, jak vyplývá z pokusů v úzkém rozmezí koncentrací, protože u koncentrace 50 mg B/l projev chlorózy s přihlédnutím ke snížené intenzitě fotosyntézy a vysoké aktivitě dehydrogenázy (Voříšek, Mannbartová 1966) jsou výrazem škodlivého působení bóru. Naše zjištění odpovídá i tvrzení řady autorů o vyšší potřebě bóru u rostlin v teplých letech (Hobbs, Bertramson 1950, Školník 1950). Změny v obsahu karotenu byly shodné se změnami obsahu chlorofylu.



3. Vliv bóru a teploty na aktivitu dehydrogenázy v listech a kořenech kukuřice (*Zea mays* L.) ve fázi 4 listů (aktivita v mg formazanu z 10 mg TTC za 24 hodin při inkubační teplotě 20 °C):
1. listy při teplotě prostředí 15–25 °C,
2. listy při teplotě prostředí 25–35 °C,
3. kořeny při teplotě prostředí 15–25 °C,
4. kořeny při teplotě prostředí 25–35 °C



4. Vliv bóru a teploty na intenzitu fotosyntézy u kukuřice (*Zea mays* L.) ve fázi 4 listů (v mg přírůstku sušiny za 240 minut)

Vliv bóru a rozdílných teplot prostředí na aktivitu katalázy a dehydrogenázy vyplývá z grafu 2 a 3. Aktivita dehydrogenázy u rostlin pěstovaných v rozmezí teplot 15–25 °C se zvyšuje se stoupajícím obsahem bóru v rostlinách. V listech i v kořenech je vzestup aktivity pozvolný, k prudkému zvýšení dochází u varianty s 50 mg B/l. U rostlin pěstovaných v rozmezí teplot 25–35 °C je obraz průběhu aktivity dehydrogenázy rozdílný. Vysoká teplota vyvolává u kontrolních rostlin zvýšení aktivity v listech. U varianty s 5 a hlavně s 10 mg B/l dochází k poklesu aktivity dehydrogenázy v listech. Prudké zvýšení aktivity dehydrogenázy u rostlin varianty s 50 mg B/l je následkem společného škodlivého působení bóru a vysoké teploty. Obdobně je tomu v kořenech.

Pokud jde o aktivitu katalázy, je u rostlin pěstovaných v rozmezí teplot 15–25 °C přibližně na stejné výši u varianty kontrolní s mírně vzestupnou tendencí u variant s 5 a 10 mg B/l. U varianty s 50 mg B/l dochází k prudkému poklesu aktivity katalázy. U rostlin pěstovaných v rozmezí teplot 25–35 °C je v porovnání s kontrolou zvýšena aktivita katalázy u variant s 5 mg a 10 mg B/l. K prudkému poklesu aktivity dochází u varianty s 50 mg B/l. Bór — jak

ukazují výsledky — má při působení vyšších teplot na rostliny vliv na udržení vysoké aktivity katalázy. Z literatury je známo (Kornějev 1962), že existuje úzká souvislost mezi aktivitou oxidačních enzymů a intenzitou fotosyntézy, protože kataláza chrání chlorofyl od oxidačního rozkladu. Porovnáme-li obsah chlorofylu a aktivitu katalázy v rostlinách při působení vyšších teplot v našich pokusech, docházíme k potvrzení těchto údajů.

Výsledky stanovení intenzity fotosyntézy u rostlin pěstovaných v podmínkách vyšších teplot uvádí graf 4. Ochranný vliv bóru při vyšších teplotách se promítl i v průběhu fotosyntézy. Zatímco u kontrolních rostlin následkem působení vysoké teploty a sníženého obsahu chlorofylu činil přírůstek sušiny po čtyřhodinové expozici 11,2 %, zvýšil se u varianty s 5 mg B/l o 17 % a u varianty s 10 mg B/l o 29,1 %. U varianty s 50 mg B/l činil pouze 7,2 %. Svědčí to o kladném vlivu bóru na snížení deprese fotosyntézy, promítající se kladně v hromadění organických látek. Příčinou je jednak ochranný vliv bóru na zabránění, resp. uchování syntézy chlorofylu v podmínkách vysokých teplot při porovnání s kontrolními rostlinami a jeho vliv na udržení vysoké aktivity katalázy, která chrání chlorofyl od oxidačního rozpadu. Podobné závěry uvádějí Kovaleva (1958), Kališevič, Kolečko (1959).

Zajímavý fakt dalšího kladného vlivu bóru při vyšších teplotách vyplynul při porovnání přírůstků čerstvé hmoty a sušiny během stanovení intenzity fotosyntézy. Přírůstek čerstvé hmoty se zvyšoval od 4,3 mg u kontroly do 6,5 mg u varianty s 10 mg B/l. U varianty s 50 g B/l činil 8,9 mg. Přírůstky sušiny neodpovídaly přírůstkům čerstvé hmoty. U varianty s 50 mg B/l činil přírůstek pouze 1,1 mg. Přibližně stejný byl přírůstek u kontrolní varianty. Přírůstek sušiny u varianty s 5 g B/l byl dvojnásobný a u varianty s 10 g B/l trojnásobný. To svědčí nejen o nízké produktivitě fotosyntézy u kontrolní varianty a varianty s 50 mg B/l, ale i o vysokém vodním deficitu u těchto variant, způsobeném nedostatečným přísunem vody při špatné funkci kořenového systému následkem vysoké teploty. Bór tedy při vyšší teplotě udržuje na potřebné výši transport a rozvádění vody do listů a zabraňuje zvýšení vodního deficitu.

SOUHRN

Byly provedeny pokusy sledující vliv vyšších koncentrací bóru v živném roztoku na příjem bóru rostlinami kukuřice v raných etapách vývoje a na průběh fyziologických procesů při různých teplotách prostředí. Rostliny pěstované při vyšší teplotě (25–35 °C) přijímají více bóru než rostliny pěstované při nižší teplotě (15–25 °C). Převážná část přijatého bóru se hromadí v listech. Koncentrace vyšší než 10 mg B/l jsou pro rostliny kukuřice škodlivé. Vvšší koncentrace bóru vyvolávají chlorózu, inhibují růst rostlin, vyvolávají prudký pokles aktivity katalázy a prudký vzestup aktivity dehydrogenázy v listech. Při vysoké teplotě udržuje bór ve fyziologicky vhodné koncentraci aktivitu katalázy na potřebné úrovni. V podmínkách vysokých teplot, kdy dochází u rostlin s malou zásobou bóru k poklesu intenzity fotosyntézy následkem poruch chlorofylového aparátu a poklesu aktivity katalázy, snižuje dostatečná zásoba bóru škodlivý vliv teploty na průběh fotosyntézy tím, že zabraňuje rozkladu chlorofylu a udržuje aktivitu katalázy na vysoké úrovni. Ochranný vliv bóru při vysoké teplotě se promítá i v udržení vodního provozu rostliny bez zvýšení vodního deficitu.

Došlo dne 19. 4. 1967

Literatura

1. AMBERG, A.: Einfluß der Borernährung auf Atmungsintensität und Qualität der Pflanzen. = „Landw. Forschung“, 14, 1961, s. 107-113. — 2. BOBKO, E. V.: O sodržaniji bora v rastenijach. = „DAN SSSR“, 29, 1940, s. 510-512. — 3. BOŽENKO, V. P. - ŠKOLNIK, M. J. - MAMOT, T. S.: Vlijanije mikroelementov na sodržanie ATF u rastenij v uslovijach vodnogo deficita i vysokich temperatur. = „DAN SSSR“, 6, 1963, s. 1447-1449. — 4. BRENCHELEY, W. E.: On the action of certain compounds of zinc, arsenic and boron on the growth of plants. = „Annals of Botany“, 28, 1914, s. 283-301. — 5. BRUNO, A.: La toxicité du borax pour les végétaux. = „Ann. Sci. Agron.“, 37, 1920, s. 185-190. — 6. EATON, F. M.: Boron in soils and irrigation waters and its effect on plants, with particular reference to the San Joaquin Valley of California. = U. S. Dept. Agric. Tech. Bull. No 448, 1935. — 7. EATON, F. M.: Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. = „J. Agr. Res.“, 69, 1944, s. 237-277. — 8. HASPELOVÁ-HORVATOVIČOVÁ A. - FRIC, F.: Dünnschichtchromatographie von Blattpigmenten auf Kieselgel und eine Verbesserung der quantitativen Auswertung von Dünnschichtchromatogrammen. = „Biología“, 19, 11, 1964, s. 820-826. — 9. HIRTE, W.: Bemerkungen zur Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden. = „Zentralbl. f. Bakt. Paras. Infektionskrankh. u. Hyg.“ II. Abt., 116, 1963, s. 478-484. — 10. HOBBS, J. A. - BERTRAMSON, B. R.: Boron uptake by plants as influenced by soil moisture. = „Soil Sci.“, 14, 1950, s. 257-261. — 11. KALIŠEVIČ, S. V. - KOLEŠKO, O. J.: K voprosu o vlijaniji mikroelementov na chlorofillonosnyj apparat rastenij. = Sb. Voprosy fiziologii rastenij i mikrobiologii. Minsk 1959, s. 171-189. — 12. KIBALENKO, A. P. - SIDORŠINA, T. N.: Postuplenije i raspredelenije bora v rastenijach sacharnoj svjokly. = Sb. Primenenije mikroelementov v sel. choz., Kijev 1965, s. 38-45. — 13. KOHL, H. C. - OERTLI, J. J.: Distribution of boron in leaves. = „Plant Physiol.“, 4, 1962, s. 214-219. — 14. KORNJEV, P. K.: Vlijanije predpesevnoj stimulacii na nekotoryje fiziologičeskie processy i urožaj kukuruzy. = „Fiziologija rastenij“, 5, 1962, s. 620-625. — 15. KOVALEVA, N. A.: Vlijanije bora na napravlenost oksislenovosstanovitelných processov i urožaj pri različnom količestvennom sodržanii i sootnošenii mikroelementov v počvě. = „Tr. bot. in-ta AN SSSR“, ser. 4, vyp. 12, 1958, s. 120-153. — 16. LANGILLE, W. M. - MAHONEY, J. F.: Boron toxicity in oats. = „Canad. J. of Plant Sci.“, 39, 1959. — 17. LENHARD, G.: Die Dehydrogenaseaktivität des Bodens als Maß für die Mikroorganismenfähigkeit im Boden. = „Zeitschr. f. Pflanzenernähr. Dü. u. Bdk.“, 73 (118), 1956, s. 1-11. — 18. OERTLI, J. J.: Loss of boron from plants through guttation. = „Soil Sci.“, 4, 1962, s. 214-219. — 19. OTTING, W.: Borgehalt und Verteilung des Bors in verschiedenen Pflanzen. = „Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenkunde“, 55, 3, 1951, s. 235-247. — 20. PARIBOK, T. A. - ŠKOLNIK, M. J.: Vlijanije temperatury počvy na sodržanie bora v rastenijach. = „Tr. bot. inst. AN SSSR“, ser. 4, Eksp. botan., 1. ř., 1962, s. 193-203. — 21. POVOLOČKO, P. A.: O vlijanii bora na urožaj granata. = „Sov. subtropiki“, 4, 1940, s. 57-59. — 22. SOLOVJEVA-TROICKAJA, E. A.: O dejstvii na rastenija ribonukleinovoj kisloty, vnesennoj v pitatelnuju směs lišennuju bora. = „Sb. Mikroelementy v selskom chozajstve i medicíně“, Kijev 1963, s. 68-72. — 23. ŠKOLNIK, M. J.: Značenie mikroelementov v žizni rastenij i zemledělji. Moskva 1960. — 24. ŠKOLNIK, M. J.: Mikroelementy i nukleinovye kisloty. = Sb. Biologija nukleinoj obměna v rastenij. Moskva 1964, s. 38-51. — 25. ŠKOLNIK, M. J.: Mikroelementy i regulatory rosta rastenij. = Sb. Regulatory rosta rastenij i nukleinovij obměn. Moskva 1965, s. 103-125. — 26. ŠKOLNIK, M. J. - STĚKLOVA, M. M. - SOLOVJEVA, E. A.: O pričinach različnoj stěpeni neobchodimosti bora pri raznych ekologičeskich uslovijach. = „Izvestija AN SSSR“, ser. biol. 5, 1959, s. 663-673. — 27. ŠKOLNIK, M. J. - SOLOVJEVA-TROICKAJA, E. A.: O fiziologičeskoj roli bora. 2. Značenie temperaturnogo faktora v ustraněni bornoj nedostatočnosti nukleinoj kisloty. = „Botan. žurn.“, 47, 1962, s. 626-635. — 28. VOŘÍSEK, V.: Závěrečná zpráva díleho výzkumného úkolu R-1-5.3, Brno 1965. — 29. VOŘÍSEK, V. - MANN-SARTOVÁ, E.: Studium des pathophysiologischen Einflusses hoher Borkonzentrationen auf Kulturpflanzen. = „Sb. Vys. školy zemědělské v Brně“, řada A, 1966, s. 483-490.

Изучение физиологического влияния более высокой концентрации бора на кукурузу при разных температурах среды

Были проведены опыты, изучающие влияние более высокой концентрации бора в питательной среде на прием бора растениями кукурузы в ранних этапах развития и на ход физиологических процессов при разных температурах среды. Растения, выращенные при более высоких температурах (25–35 °C), усваивают больше бора, чем растения, выращенные при более низкой температуре (15–25 °C). Преобладающая часть усвояемого бора накапливается в листьях. Концентрация свыше 10 мг В/л для растений кукурузы вредна. Более высокая концентрация бора вызывает хлороз, ингибирует рост растений, вызывает резкое понижение активности каталазы и резкое повышение активности дегидрогеназы в листьях. При высокой температуре бор в физиологически пригодной концентрации сохраняет активность каталазы на желаемом уровне. В условиях высокой температуры, когда у растений с малым запасом бора происходит понижение интенсивности фотосинтеза в результате нарушения хлорофиллового аппарата и понижение активности каталазы, достаточный запас бора сокращает вредное влияние температуры на ход фотосинтеза тем, что он препятствует разложению хлорофилла и поддерживает активность каталазы на высоком уровне. Защитное действие бора при высокой температуре проявляется и в сохранении водного режима растений без повышения водного дефицита.

Текст к таблице

1. Содержание бора в листьях и корнях кукурузы (*Zea mays* L.) в фазе 4 листьев

Текст к графикам

1. Влияние бора и температуры на содержание хлорофилла и каротина в листьях кукурузы (*Zea mays* L.) в фазе 4 листьев в мг/г свежей массы: 1 — хлорофилл при температуре среды 15–25 °C, 2 — хлорофилл при температуре среды 25–35 °C, 3 — каротин при температуре среды 15–25 °C, 4 — каротин при температуре среды 25–35 °C
2. Влияние бора и температуры на активность каталазы в листьях кукурузы (*Zea mays* L.) в фазе 4 листьев константы молевой реакции распада H_2O_2 : 1 — листья при температуре среды 15–25 °C, 2 — листья при температуре среды 25–35 °C
3. Влияние бора и температуры на активность дегидрогеназы в листьях и корнях кукурузы (*Zea mays* L.) в фазе 4 листьев (активность в мг формазана из 10 мг ТТС за 24 часа при температуре инкубации 29 °C): 1 — листья, температура среды 15–25 °C; 2 — листья, температура среды 25–35 °C; 3 — корни, температура среды 15–25 °C; 4 — корни, температура среды 25–35 °C
4. Влияние бора и температуры на интенсивность фотосинтеза у кукурузы (*Zea mays* L.) в фазе 4 листьев (в мг прироста сухого вещества за 240 минут)

The Study on the Physiological Effect of Higher Boron Concentration on Maize at Different Environmental Temperatures

An experiment was established to trace the effect of higher boron concentrations in the nutrition solution on the reception of boron by maize plants in the early developmental stage and on the course of physiological processes at different environmental temperatures. Plants grown at higher temperatures (25–35 °C) receive more boron than plants grown at low temperatures (15–25 °C). The greatest part of the received boron gathers in the leaves. Concentrations higher than 10 mg B/l are harmful for the maize plants. Higher concentrations of boron evoke chlorosis, inhibit the plant growth, evoke a sharp drop of the catalase activity and an intensive raise of dehydrogenase activity in the leaves. At high temperature boron maintains at physiological appropriate concentration the catalytic activity at the desired level. At high temperatures, in plants with low boron supply, the intensity of photosynthesis drops due to the disturbance of the chlorophyll apparatus and to the drop of the catalase activity, a sufficient supply of boron reduces the harmful effect of the temperature on the course of photosynthesis by preventing the dissociation of chlorophyll and holds catalase activity on a high level. The protective effect of boron at high temperatures is evident also on maintaining the water activity of the plant without raising the water deficiency.

Text to the table

1. Content of boron in the leaves and roots of maize (*Zea mays* L.) in the 4-leaf stage

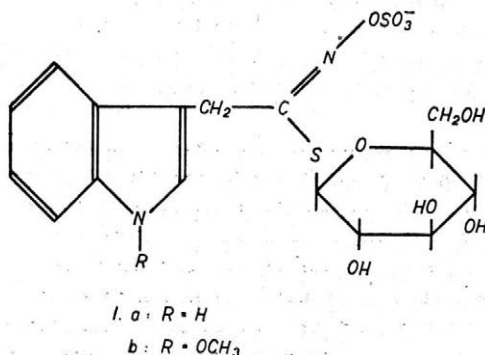
Texts to the graphs

1. The effect of boron and temperature on the content of chlorophyll and carotene in the leaves of maize (*Zea mays* L.) in the 4-leaf stage in mg/gr. of fresh matter: 1 - chlorophyll at the environmental temperature 15–25 °C, 2 - chlorophyll at the environmental temperature 25–35 °C, 3 - carotene at the environmental temperature 15–25 °C, 4 - carotene at the environmental temperature 25–35 °C.
2. The effect of boron and temperature on the dehydrogenase activity in leaves and roots of maize (*Zea mays* L.) in the 4-leaf stage (activity in mg. of formazan in 10 mg. TTC during 24 hr. at the incubation temperature 29 °C): 1 - leaves at environmental temperature 15–25 °C, 2 - leaves at environmental temperature 25–35 °C, 3 - roots at environmental temperatures 15–25 °C, 4 - roots at environmental temperatures 25–35 °C.
3. The effect of boron and temperature on the catalase activity in the leaves of maize (*Zea mays* L.) in the 4-leaf stage the molecular decomposition constance of H₂O₂: 1 - leaves at environmental temperature 15–25 °C, 2 - leaves at environmental temperature 25–35 °C.
4. Effect of boron and temperature on the intensity of photosynthesis in maize (*Zea mays* L.) at the 4-leaf stage (increase of dry matter during 240 min. in mg.)

Adresa autorů:

Doc. PhMr. Václav Voříšek, CSc., a prom. biol. Eva Minářová, Vysoká škola zemědělská, katedra fyziologie rostlin, Brno, Zemědělská 1,
Ing. Jan Bečka, Vysoká škola zemědělská, Brno, katedra chemie jihlavského oddělení, Jihlava, Tolstého ul. 16

■ V roce 1960 nalezl Gmelin a kol. (Gmelin, Saarivirta a Virtanen 1960) v zelí nový typ biologicky aktivní indolové látky, již dal název glukobrassicin. Tžž autor navrhl také strukturní vzorec glukobrassicinu (Ia) (Gmelin a Virtanen 1961), je to S-β-D-1(glukopyranosyl)-3-indolyl-acetothiohydroximyl-O-sulfát. Enzym myrosináza, přítomný ve všech odrůdách druhu *Brassica oleracea*, v nichž byl glukobrassicin nalezen, štěpí velmi rychle glukobrassicin na indolylacetonitril; za přítomnosti kyseliny askorbové vznikají pak askorbigen a ionty rodanidové (Gmelin a Virtanen 1961). Strumigenní účinky rostlin čeledi *Brassicaceae*, velmi výrazné u rodu *Brassica*, jsou působeny mimo jiné hlavně takto uvolněnými ionty rodanidovými (Virtanen 1961). V rostlinách čeledi *Brassicaceae* je glukobrassicin obsažen v po-



měrně dosti značném množství, a to obvykle 10 až 20 mg% čerstvé hmoty (Gmelin 1962, Kutáček a Procházka 1963). Glukobrassicin byl nalezen rovněž v rostlinách rodu *Raphanus*, *Sisymbrium*, *Barbarea*, *Nasturtium* a *Cochlearia* (Kutáček a Oplištilová 1964). Výskyt glukobrassicinu a neoglukobrassicinu není omezen pouze na rostliny čeledi *Brassicaceae*, jak se původně mělo za to, nýbrž byl prokázán i v rostlinách čeledi *Resedaceae*, *Capparidaceae* a *Tovariaceae* (Schraudolf 1965). Neoglukobrassicin, což je N¹-metoxyglukobrassicin (Ib) (Gmelin a Virtanen 1962, Gmelin 1963), se vyskytuje, s výjimkou čeledi *Resedaceae*, s glukobrassicinem vždy společně (Schraudolf 1965).

Biogeneze glukobrassicinu je dosud jen zčásti objasněna: nejasná zůstává

zejména syntéza izothiokyanátového seskupení. Prokázán je vznik indolylacetonitrilové části molekuly glukobrassicinu z tryptofanu značeného izotopem ^{14}C v poloze 3 alaninového zbytku a z tryptofanu značeného ^{15}N v aminové skupině alaninového zbytku (Kutáček, Procházka a Vereš 1962, Kutáček, Procházka a Valenta 1962, Kutáček a Králová 1966). V pokusech s kyselinou 3-indolyloctovou jakožto případným prekurzorem glukobrassicinu bylo zjištěno, že α -uhlík této kyseliny není zabudován do molekuly glukobrassicinu (Conrad 1965). Rovněž z indolylacetonitrilu značeného ^{14}C v nitrilové skupině a z askorbigenu značeného ^{14}C nevzniká zpětně glukobrassicin (Kutáček, Procházka a Vereš 1962). Dosavadní pokusné výsledky nasvědčují názoru, že tryptofan je vestavěn do molekuly glukobrassicinu teprve po dekarboxylaci. Síra, obsažená v molekule glukobrassicinu, pochází za přirozených podmínek zřejmě z iontů SO_4^{2-} , jak bylo prokázáno v pokusech s inkorporací ^{35}S (podané ve formě $^{35}\text{SO}_4^{4-}$) do glukobrassicinu v rostlinách hořčice (*Sinapis alba*) (Schraudolf a Bergmann 1965). Inkorporace síry probíhá na světle i ve tmě, a to prakticky se stejnou intenzitou. Zajímavý je nálezy, že v listech kvěťáku, vystavených působení $^{35}\text{SO}_2$, dochází již po 20- až 30minutové expozici k inkorporaci $^{35}\text{SO}_2$ do glukobrassicinu (Spálený, Kutáček a Oplištilová 1965). Inkorporace ^{35}S do molekuly glukobrassicinu v rostlinách *Brassica oleracea* po šestihodinové expozici v atmosféře $^{35}\text{SO}_2$ (Kutáček, Spálený a Oplištilová 1966) může být chápána i jako detoxikační mechanismus umožňující rostlině převést toxický substrát na netoxický metabolit.

Fyziologický význam glukobrassicinu není také zcela objasněn. Na základě dosavadních znalostí nelze rozhodnout, zda glukobrassicin je růstově aktivní *per se* nebo až po rozkladu na indolylacetonitril, jehož růstová aktivita je nesporná (Kutáček, Bulgakov a Oplištilová 1966). Zajímavé je zjištění, že glukobrassicin v koncentraci 10^{-4} brzdí klíčení semen pšenice a itele, kdežto v nižších koncentracích naopak působí stimulačně (Kutáček 1964). V tomto směru chová se tedy glukobrassicin jako většina růstově aktivních látek.

V rámci studia vlivu manganu na růst a metabolismus rostlin jsme přistoupili ke sledování růstově regulačních účinků iontů Mn^{2+} na klíčících rostlinkách řepky, pěstovaných na světle i ve tmě. Jelikož jsme k pokusům použili jako manganatou sůl síran manganatý, měli jsme současně možnost sledovat vliv manganu na inkorporaci síry z podaných síranových iontů do glukobrassicinu. Sledováním obsahu glukobrassicinu v klíčících rostlinách řepky pěstovaných v roztocích MnSO_4 různé koncentrace jsme chtěli ověřit, zda ionty Mn^{2+} , o nichž je známo, že ovlivňují aktivitu oxidázy kyselin indolylactové a tudíž i hladinu této růstově aktivní kyseliny, neovlivní také hladinu glukobrassicinu, indolové to látky, jež má buď sama, nebo její rozpadové produkty růstově regulační účinky. V neposlední řadě i okolnost, že mangan je zapojen do procesů fotosyntetické asimilace jednak přímo (hraje důležitou, leč dosud málo prozkoumanou úlohu ve fotochemických procesech fotosyntézy), jednak nepřímo (zvyšuje obsah chlorofylu a tudíž i intenzitu fotosyntézy) a ovlivňuje tudíž i obsah cukrů, mimo jiné i glukózy, jež je obsažena v molekule glukobrassicinu, ke sledování vlivu manganu na hladinu obsahu glukobrassicinu přímo vybízí. Jelikož mangan podporuje tvorbu kyseliny askorbové z glukózy, mohl by i takto do metabolismu glukobrassicinu zasáhnout; je ostatně známo, že 3-hydroxymethylindol, produkt rozpadu glukobrassicinu, tvoří s kyselinou askorbovou askorbigen, růstově neúčinnou látku. Tento pochod se však fyzio-

logicky intaktní rostlinné tkáni neprojevuje, mohl by však mít spíše praktický význam jakožto faktor zvyšující v zelenině obsah tzv. vázané kyseliny askorbové, již askorbigen ve skutečnosti je. Z nutričního hlediska je askorbigen mnohem cennější než volná kyselina askorbová, snadno podléhající rozkladu.

V této práci sledovali jsme zatím pouze vliv manganu na růst klíčících rostlin řepky a obsah glukobrassicinu v nich za podmínek kultivace na světle a ve tmě. V rostlinách pěstovaných na světle jsme sledovali i obsah chlorofylu, ale pouze semikvantitativně. V dalších pracích budeme podrobněji sledovat biogenezu glukobrassicinu z některých předpokládaných prekurzorů a vliv manganu na ni.

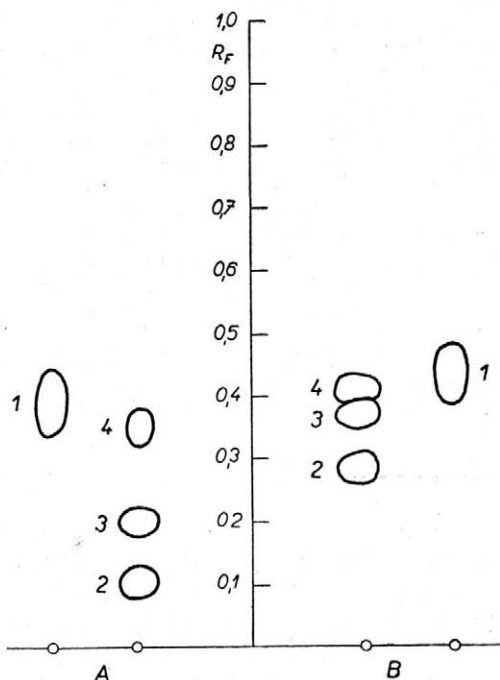
MATERIÁL A METODIKA

K pokusům byla použita semena řepky olejné (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam.), odr. 'Třebíčská'. Na filtrační papír ve velkých skleněných krystalizačních mísách (Ø 25 cm) bylo stejnoměrně rozmístěno 30 g semen řepky olejné a zalito 80 ml destilované vody v pokusu kontrolním nebo 80 ml roztoku s různým obsahem manganu (ve formě $MnSO_4$), popřípadě s různým obsahem síry (ve formě K_2SO_4). Mísy byly přikryty skleněnými deskami (síla 4–5 mm). Rostliny byly pěstovány ve skleníku při teplotě 18–22 °C bez umělého osvětlení. Zároveň s pokusem na světle byl proveden pokus s klíčením řepky ve tmě. V tomto případě byly kultivační mísy zabaleny do tmavého, pro světlo nepropustného papíru. Po čtyřech dnech byly rostlinky podle potřeby zality 5–15 ml destilované vody.

Vliv manganu na růst klíčících rostlin řepky a obsah glukobrassicinu v nich byl sledován v roztocích $MnSO_4$, obsahujících 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750 a 1000 mg Mn v 1 l.

Pro srovnávací pokus ohledně vlivu síry (ve formě síranu) na růst a obsah glukobrassicinu v klíčící řepce byly použity roztoky s obsahem 0,0317 mg K_2SO_4 v 1 l (obsah síry odpovídá obsahu v roztoku $MnSO_4$ o koncentraci 0,01 mg Mn v 1 l) a 0,317 mg K_2SO_4 v 1 l (obsah síry stejný jako v roztoku $MnSO_4$ o koncentraci 0,1 mg Mn v 1 l).

1. Ukázka chromatografického dělení rodanidového iontu (1), glukobrassicinu (2), neoglukobrassicinu (3) a tryptofanu (4) ve směsi n-butanol-kyselina octová-voda (4:1:5) (A) a n-butanol-kyselina octová-voda (4:1:3) (B)



Po 2, 4 a 8 dnech klíčení bylo provedeno zhodnocení růstu rostlin, stanoven obsah sušiny a glukobrassicinu. Rostliny byly podle vzrůstu rozděleny do 5 skupin: 0 = nerostoucí, 1 = malé, 2 = středně velké, 3 = velké, 4 = hodně velké rostliny. Obsah sušiny byl stanoven v celých klíčcích rostlinách řepky (navážky asi 2 g přesně, sušeno 24 hodin při 105 °C).

Obsah glukobrassicinu a dalších indolových látek (neoglukobrassicinu a tryptofanu) jsme sledovali chromatografickou analýzou. K dělení všech tří uvedených látek se nám lépe osvědčila směs n-butanolu, kyseliny octové a vody v poměru 4:1:5, popřípadě 10:1:3 než běžně používaná směs v poměru 4:1:3 (obr. 1).

Pro stanovení obsahu glukobrassicinu bylo 20 g klíčcích rostlinek řepky vhozeno do 60 ml vroucího metanolu a ponecháno 1–2 minuty intenzivně vařit. Po vaření vzorek byl ponechán 2–16 hodin v temnu při teplotě asi +5 °C, načež byl extrakt odsát a zbytek na filtru znovu po rozetření v třecí misce nebo homogenizaci v mixéru extrahován další dávkou metanolu. Po centrifugaci, popř. odsátí se extrakty spojí a zahustí ve vakuu při teplotě 30–40 °C na laboratorní odparce (Jiráček, Zmrhal, Kryžánek 1965). Odparek doplníme na 20 ml metanolem a uchováváme v lednici. K chromatografické analýze bereme 20–50 µl, podle obsahu glukobrassicinu. Chromatografii provádíme na papíru Whatman 1 v rozpouštědlové směsi n-butanol-kyselina octová-voda (4:1:5 nebo 10:1:3). Vyvíjíme sestupně tak dlouho, až čelo rozpouštědlové směsi dosáhne okraje papíru. Detekci glukobrassicinu a dalších indolových látek provedeme postříkem chromatogramu formaldehydovým činidlem podle Procházky (Hais, Macek 1963). Glukobrassicin a neoglukobrassicin poskytují hnědooranžové skvrny, v ultrafialovém světle intenzivně fluoreskující. Tryptofan dává žlutou skvrnu, v ultrafialovém světle žlutě fluoreskující. K detekci glukobrassicinu bylo použito vedle iontů SCN⁻ též činidel Salkowského a Barkera, která dávají s uvedenými látkami odlišné zbarvení (Hais, Macek 1963, Kutáček, Nováková, Valenta 1963).

Pro kvantitativní analýzu glukobrassicinu jsme použili jednak planimetrické, jednak planografimetrické*) metody. Tyto metody byly již použity ke stanovení jiných indolových látek, např. kyselin indolyloctové a indolylmáslé (Sen 1955), jakož i askorbigenu (Procházka, Kořístek 1951). Obě metody využívají skutečnosti, že u látek o R_F blízce 0,10 je plocha nebo váha skvrny na chromatogramu přímo úměrná koncentraci látky; při R_F do 0,25 je logaritmus plochy skvrny přímo úměrný koncentraci (Sen 1955). Při stanovení glukobrassicinu planimetricky jsme chromatogramy detekovali formaldehydovým činidlem, skvrny odpovídající glukobrassicinu okopírovali na průhledný milimetrový papír a odečetli plochu v mm². Obsah látky ve vzorku jsme stanovili odečtením z kalibrační křivky získané tak, že jsme na chromatografický papír Whatman 1 nanесли vzestupné množství roztoku glukobrassicinu obsahující 4–50 µg látky, vyvolali v soustavě n-butanol-kys. octová-voda (4:1:5 nebo 10:1:3), detekovali výše uvedeným činidlem a plochu skvrny změřili, jak bylo výše uvedeno. Z naměřených hodnot byla sestavena kalibrační křivka, jejíž průběh je v rozmezí 0–50 µg lineární. Při metodě planografimetrické skvrny po detekci chromatogramů přesně tužkou obkreslíme, vystříháme a pak na analytických vahách zvážíme. Váha skvrny (v mg) odpovídá určitému množství látky podle kalibrační křivky. Tu sestavíme stejně jako při planimetrické metodě, jen místo měření plochy skvrny vážíme. Kalibrační křivka i při této metodě má v rozmezí 0–50 µg lineární průběh.

U obou metod jsme provedli 2 souběžné analýzy. Významnost rozdílů výsledků u jednotlivých variant a kontrol jsme hodnotili Studentovým *t*-testem (Eck-schlager 1961). Statistické hodnocení prokázalo souhlasnost výsledků dosažených oběma metodami ($r = +0,985$). Vzhledem k nedostatku místa uvádíme v tabulkách pouze hodnoty získané planimetrickou metodou.

VÝSLEDKY

Vliv manganu na růst klíčcích rostlin řepky jsme sledovali po 2, 4 a 8 dnech klíčení na světle i ve tmě.

Na světle po 2 dnech měl mangan ve většině koncentrací spíše inhibiční účinek na růst klíčcích rostlin; v koncentracích 0,1, 100, 750 a 1000 mg

*) Metoda, při níž vážíme plochu skvrny vystřížené z chromatogramu.

Mn/l působil zřetelně inhibičně. V ostatních koncentracích, s výjimkou koncentrací 1 a 200 mg, nebyl inhibiční účinek tak silný (tabulka I). Po 4 dnech se silný inhibiční účinek manganu projevil v koncentracích 0,1 a 300 mg, kdežto v ostatních koncentracích byl jeho vliv slabě inhibiční nebo se vůbec ne-

I. Vliv manganu na růst klíčnic rostlinek řepky na světle a ve tmě. Rostlinky byly podle výšky vzrůstu rozděleny do 5 skupin, označených číslicemi 0—4. 0 = neklíčící, resp. nerostoucí semena, 4 = hodně velké rostliny

Obsah manganu v mg v 1 litru destilované vody	Podmínky klíčení	Stáří rostlin		
		2 dny	4 dny	8 dní
Kontrola	na světle	3	3	3
0,01		2	3	3
0,1		1	0	0
1		3	2	2
5		2	2	2
10		2	2	2
25		2	2	3
50		2	2	2
75		2	3	2
100		1	2	3
200		3	2	2
300		2	1	1
500		2	2	2
750		1	2	3
1000		1	2	1
Kontrola	ve tmě	3	3	3
0,01		2	3	4
0,1		1	0	0
1		2	2	2
5		3	2	2
10		2	2	2
25		3	4	4
50		2	3	3
75		2	2	2
100		2	3	3
200		3	2	2
300		1	1	1
500		2	2	2
750		1	2	3
1000		2	1	1

projevil (tabulka I). Po 8 dnech se růstově inhibiční účinek manganu projevil v koncentracích 0,1, 300 a 1000 mg velmi zřetelně, kdežto v koncentracích 25, 100 a 750 mg již vymizel (tabulka I). Shrňeme-li závěrem růstové účinky manganu na světle, pak můžeme konstatovat, že mangan v koncentracích 0,1, 300 a 1000 mg měl vždy nepříznivé růstové účinky. V ostatních koncen-

II. Vliv manganu na obsah sušiny v klíčcích rostlinách řepky pěstovaných 2, 4 a 8 dní na světle nebo ve tmě

Obsah manganu v mg v 1 litru destilované vody	Podmínky klíčení	Stáří rostlin		
		2 dny	4 dny %	8 dní
Kontrola	na světle	36,64	23,83	11,45
0,01		41,85	22,72	16,32
0,1		44,02	40,71	32,82
1		38,02	38,77	21,93
5		41,88	23,83	20,45
10		41,19	29,82	19,90
25		41,63	26,33	11,64
50		41,20	25,08	25,19
75		41,30	31,78	18,70
100		47,30	26,04	20,77
200		39,59	23,47	21,37
300		37,62	26,76	15,11
500		39,94	28,22	15,03
750		50,96	35,98	13,17
1000		40,37	24,96	21,14
Kontrola	ve tmě	41,23	20,39	11,26
0,01		41,82	23,88	6,97
0,1		44,05	30,16	24,52
1		41,77	24,93	10,90
5		36,52	20,87	12,50
10		44,58	26,08	11,31
25		42,14	18,80	9,01
50		45,52	29,25	9,44
75		42,73	40,71	12,14
100		33,79	21,57	9,20
200		37,65	25,90	15,51
300		45,85	23,45	14,80
500		43,70	25,10	20,52
750		48,60	27,74	16,62
1000		37,29	26,54	21,52

tracích měl v prvních dnech klíčení obvykle slabší inhibiční účinek, který však u některých koncentrací (25, 100, 750 mg) po 8 dnech pominul (tabulka I).

Ve tmě mangan, podobně jako na světle, brzdil růst klíčících rostlin řepky při koncentraci 0,1, 300 a 1000 mg, a naopak zřetelně jej podporoval v koncentracích 0,01 a 25 mg, hlavně po 4 a 8 dnech klíčení (tabulka I). V ostatních koncentracích mangan působil buď slabě inhibičně (1, 5, 10, 75, 200 a 500 mg), nebo byl vliv nevýznamný (50, 100 a po 8 dnech i 750 mg) (tabulka I). Růstově stimulační účinek manganu se ve tmě zřetelně projevoval v koncentracích 0,01 a 25 mg na rozdíl od poměrů na světle, kdy stimulace nebyla prakticky pozorována.

Mangan zvýšil u klíčících rostlin řepky po 2 dnech obsah sušiny prakticky ve všech sledovaných koncentracích (v pokusu na světle), přičemž největší zvýšení obsahu sušiny bylo pozorováno u koncentrací 750, 100 a 0,1 mg (tabulka II), tedy těch, které mají inhibiční účinek na růst (tabulka I). Po 4 dnech byl obsah sušiny zvýšen u koncentrací 0,1, 1, 750 a 75 mg (tabulka II), tedy u těch, které měly většinou inhibiční účinek na růst (tabulka I). V ostatních koncentracích byl vliv manganu na obsah sušiny nevýznamný. Po 8 dnech zvýšil mangan obsah sušiny klíčících rostlin řepky v koncentracích 0,1, 50, 1, 200 a 1000 mg velmi zřetelně. Ve všech ostatních koncentracích (s výjimkou koncentrace 25 mg) mangan zvyšoval obsah sušiny poněkud méně, ale stále zřetelně (tabulka II). Inhibice růstu byla tedy provázena zvýšením obsahu sušiny klíčících rostlin (tabulky I a II).

V pokusu s etiolovanými rostlinami řepky mangan zvýšil obsah sušiny zejména v koncentracích 750, 300, 50, 10, 0,1 a 500 mg po dvoudenním působení

III. Vliv různých koncentrací síry (ve formě K_2SO_4) na růst a obsah sušiny klíčících rostlin řepky po 2, 4 a 8 dnech klíčení na světle nebo ve tmě. Ve vzorcích S-0,01 a S-0,1 klíčila řepka v roztocích, obsahujících stejné množství síry jako roztoky s 0,01 a 0,1 mg Mn (ve formě $MnSO_4$)

Označení vzorku	Způsob klíčení	Stáří rostlin					
		2 dny		4 dny		8 dní	
		růst	obsah sušiny v %	růst	obsah sušiny v %	růst	obsah sušiny v %
Kontrola	na světle	3	39,54	3	36,89	3	20,84
	ve tmě	3	36,84	3	34,81	3	13,68
S-0,01	na světle	3	34,25	3	31,03	3	14,19
	ve tmě	3	31,36	3	26,46	3	11,83
S-0,1	na světle	3	33,75	3	29,44	3	15,84
	ve tmě	3	31,05	3	27,88	3	10,47

Klasifikace růstu klíčících rostlin provedena podle 4 stupňové škály: 0 = nerostoucí, 1 = malé, 2 = středně velké, 3 = velké, 4 = hodně velké rostliny.

IV. Vliv manganu na obsah glukobrassicinu v klíčcích rostlinách řepky po 2, 4 a 8 dnech kultivace na světle

Obsah manganu v mg v 1 litru roztoku	Obsah glukobrassicinu mg/100 g sušiny po					
	2 dnech		4 dnech		8 dnech	
	mg $\pm$ s	P <	mg $\pm$ s	P <	mg $\pm$ s	P <
Kontrola	15,5 $\pm$ 0,6	—	47 $\pm$ 2,5	—	142 $\pm$ 2,5	—
0,01	9,0 $\pm$ 1,2	0,05	51 $\pm$ 3,8	—	152 $\pm$ 3,7	—
0,1	8,0 $\pm$ 0,0	0,01	28 $\pm$ 0,5	0,02	90 $\pm$ 1,2	0,01
1	11,0 $\pm$ 2,5	—	36 $\pm$ 1,2	—	136 $\pm$ 5,0	—
5	9,0 $\pm$ 1,2	0,05	38 $\pm$ 0,6	—	138 $\pm$ 3,7	—
10	7,5 $\pm$ 0,0	0,01	22 $\pm$ 0,6	0,02	100 $\pm$ 3,7	0,02
25	17,5 $\pm$ 1,85	—	47 $\pm$ 2,5	—	216 $\pm$ 7,4	0,02
50	13,0 $\pm$ 1,2	—	32 $\pm$ 3,8	—	140 $\pm$ 5,0	—
75	7,0 $\pm$ 1,2	0,05	34 $\pm$ 1,2	0,05	108 $\pm$ 6,2	0,05
100	9,5 $\pm$ 0,0	0,01	42 $\pm$ 2,5	—	192 $\pm$ 7,4	0,05
200	12,0 $\pm$ 1,2	—	33 $\pm$ 2,5	—	120 $\pm$ 3,7	0,05
300	4,5 $\pm$ 0,6	0,01	23 $\pm$ 1,8	0,02	84 $\pm$ 2,5	0,01
500	8,5 $\pm$ 0,6	0,02	39 $\pm$ 5,0	—	110 $\pm$ 1,2	0,01
750	1,7 $\pm$ 0,4	0,01	50 $\pm$ 5,0	—	222 $\pm$ 5,0	0,01
1000	3,3 $\pm$ 0,4	0,01	35 $\pm$ 1,2	0,05	124 $\pm$ 5,0	—

(tabulka II). Inhibiční vliv na růst je tedy opět provázen zvýšením obsahu sušiny. V některých koncentracích (100, 5, 1000 a 200 mg) mangan naopak obsah sušiny snížil (tabulka II). Snížení obsahu sušiny není však provázeno zřetelným zvýšením intenzity růstu (tabulky I a II). Po 4 dnech zvýšil mangan obsah sušiny hlavně v koncentracích 75, 0,1 a 50 mg (tabulka II). V ostatních koncentracích (s výjimkou koncentrace 25 mg) došlo k menšímu zvýšení obsahu sušiny. V koncentraci 25 mg došlo ke snížení obsahu sušiny ve spojitosti s růstově stimulační aktivitou manganu právě v této koncentraci (tabulky I a II). Po 8 dnech mangan velmi zřetelně zvýšil obsah sušiny v koncentracích 0,1, 1000 a 500 mg, tedy v koncentracích s inhibičním růstovým účinkem (tabulky I a II). Velmi zřetelné snížení obsahu sušiny bylo pozorováno v koncentracích 0,01, 25, 100 a 50 mg, které měly buď zřetelný růstově stimulační účinek (0,01 a 25 mg), nebo růst významněji neovlivňovaly (50 a 100 mg) (tabulky I a II).

Z uvedených nálezů vyplývá, že růstová inhibice vyvolaná různými koncentracemi manganu (ve formě $MnSO_4$) je téměř vždy provázena zvýšením obsahu sušiny u inhibovaných klíčcích rostlin řepky, a to zejména po delší době působení manganu jak na světle, tak ve tmě. Naopak růstově stimulační vliv manganu je provázen zřetelným snížením obsahu sušiny v pokusných rostlinách, a to zejména při klíčení ve tmě.

Obsah glukobrassicinu v klíčcích rostlinách řepky po dvoudenním působení manganu nebyl v žádném případě významně zvýšen, nýbrž většinou vý-

znamně snížen (tabulka IV). To je v naprostém souladu s nálezem, že po dvou-denním působení manganu na klíčení řepky na světle nedošlo v žádné koncentraci ke stimulaci růstu klíčnicích rostlin, ale většinou k zřetelné inhibici růstu (tabulka I). Mangan v koncentracích 750 a 1000 mg snížil obsah glukobrassicinu o 91 a 80 % vzhledem ke kontrole (tabulka VII), v koncentracích 0,1 a 100 mg bylo snížení obsahu glukobrassicinu menší, a to o 50 a 40 % vzhledem ke kontrole (tabulka VII). V těchto 4 koncentracích mangan působil zřetelně inhibičně na klíčení semen řepky (tabulka I). V ostatních koncentracích, v nichž mangan brzdil klíčení řepky, došlo rovněž k poklesu obsahu glukobrassicinu, a to statisticky významně (tabulky IV a VII). Po 4 dnech mangan na světle v koncentracích 0,1 a 300 mg statisticky významně snížil obsah glukobrassicinu v řepce o 41 a 49,5 % (tabulky IV a VII). V obou těchto koncentracích měl mangan v soulase s tím silný inhibiční vliv na klíčení řepky (tabulka I). V koncentracích 10, 75 a 1000 mg mangan rovněž statisticky významně snížil obsah glukobrassicinu v řepce o 54, 28,5 a 25 % (tabulky IV a VII). Koncentrace 10 a 1000 mg Mn působily v souladu s tím růstově inhibičně; pouze koncentrace 75 mg růst klíčnicích rostlin řepky zřetelně nijak neovlivnila (tabulka I). Po 8 dnech mangan v koncentracích 0,1 a 300 mg statisticky významně snížil obsah glukobrassicinu v řepce o 39 a 39,5 % vzhledem ke kontrole (tabulky IV a VII). V obou těchto koncentracích měl mangan inhibiční účinek na růst (tabulka I). V koncentracích 25, 100 a 750 mg mangan zvýšil obsah glukobrassicinu o 43, 33 a 48 % proti kontrole; tyto rozdíly byly statisticky významné (tabulky IV a VII), nebyly však provázeny

V. Vliv manganu na obsah glukobrassicinu v klíčnicích rostlinách řepky po 2, 4 a 8 dnech kultivace ve tmě

Obsah manganu v mg v 1 litru roztoku	Obsah glukobrassicinu mg/100 g sušiny po					
	2 dneh		4 dneh		8 dneh	
	mg $\pm$ s	P <	m $\pm$ s	P <	mg $\pm$ s	P <
Kontrola	13,5 $\pm$ 1,2	—	44 $\pm$ 1,2	—	136 $\pm$ 3,7	—
0,01	9,5 $\pm$ 0,6	—	42 $\pm$ 2,5	—	140 $\pm$ 5,0	—
0,1	8,0 $\pm$ 0,6	—	25 $\pm$ 1,2	0,01	70 $\pm$ 2,5	0,01
1	9,5 $\pm$ 0,6	—	35 $\pm$ 1,5	0,05	105 $\pm$ 6,2	0,05
5	8,5 $\pm$ 0,6	—	35 $\pm$ 1,2	0,05	122 $\pm$ 5,0	—
10	8,7 $\pm$ 0,6	—	19 $\pm$ 0,0	0,01	84 $\pm$ 5,0	0,02
25	15,0 $\pm$ 1,2	—	44 $\pm$ 1,2	—	178 $\pm$ 1,9	0,01
50	10,0 $\pm$ 0,6	—	29 $\pm$ 1,2	0,02	128 $\pm$ 2,5	—
75	5,5 $\pm$ 0,0	0,05	29 $\pm$ 2,5	0,05	92 $\pm$ 3,7	0,02
100	6,5 $\pm$ 0,6	0,05	41 $\pm$ 1,2	—	178 $\pm$ 1,2	0,01
200	8,0 $\pm$ 0,0	0,05	29 $\pm$ 2,5	0,05	120 $\pm$ 5,0	—
300	4,0 $\pm$ 1,2	0,05	21 $\pm$ 2,5	0,02	84 $\pm$ 3,1	0,01
500	8,0 $\pm$ 0,0	0,05	30 $\pm$ 2,5	0,05	96 $\pm$ 3,7	0,02
750	1,5 $\pm$ 0,0	0,01	45 $\pm$ 2,5	—	162 $\pm$ 7,4	—
1000	2,5 $\pm$ 0,6	0,02	26 $\pm$ 0,0	0,01	114 $\pm$ 3,7	—

VI. Vliv různých koncentrací síry (ve formě K_2SO_4) na obsah glukobrassicinu v klíčcích rostlinách řepky po 2, 4 a 8 dnech klíčení na světle nebo ve tmě. Ve vzorcích S-0,01 a S-0,1 klíčila řepka v roztocích K_2SO_4 obsahujících stejné množství síry jako roztoky s 0,01 a 0,1 mg Mn/litr (ve formě $MnSO_4$). Obsah glukobrassicinu je uváděn v mg ve 100 g sušiny

Způsob klíčení	Označení vzorku	Stáří rostlin (dny)	Metoda planimetrická	Metoda plano-gravimetrická	Výsledný průměrný obsah	Rozdíl vůči kontrole v % kontrola = 100 %
Na světle	kontrola	2	13	14	13,5	—
		4	45	50	47,5	—
		8	112	116	114	—
	S—0,01	2	12	13	12,5	— 7,4
		4	44	44	44,0	— 7,4
		8	128	132	130	+14,0
	S—0,1	2	14,5	14,5	14,5	+ 7,4
		4	46	48	47,0	— 1,1
		8	148	143	145,5	+27,1
Ve tmě	kontrola	2	10	12	11,0	—
		4	33	36	34,5	—
		8	110	112	111	—
	S—0,01	2	11,5	11,5	11,5	+ 4,5
		4	42	41	41,5	+20,3
		8	126	132	129	+16,2
	S—0,1	2	11,5	12	11,75	+ 6,8
		4	40	46	43,0	+24,6
		8	146	141	143,5	+29,3

zřetelnou stimulací růstu (tabulka I); v období od 2 do 8 dnů byl však růst postupně aktivován.

Ve tmě mangan po dvoudenním působení prakticky ve všech koncentracích snížil obsah glukobrassicinu (v koncentraci 750 mg bylo snížení o 90 % vzhledem ke kontrole), jedinou výjimku tvoří 25 mg Mn, kde došlo ke statisticky nevýznamnému zvýšení (tabulky V a VII). Po 4 dnech Mn snížil obsah glukobrassicinu hlavně v růstově inhibičních koncentracích (10, 300, 0,1 a 1000 mg) (tabulky I, V a VII). V koncentraci 10 mg Mn byl obsah glukobrassicinu snížen o 59 %, v koncentraci 300 mg o 54 % a v koncentraci 0,1 mg o 43 % proti kontrole (tabulka VII). V koncentracích 750, 25, 0,01 a 100 mg mangan obsah glukobrassicinu prakticky vůbec neovlivnil. Je zajímavé, že růstově stimulační účinek manganu v koncentraci 25 mg nebyl provázen výrazným, leč jen mírným zvýšením obsahu glukobrassicinu (tabulky V a VII). Po 8 dnech mangan v koncentracích 0,1, 10, 300, 75 a 500 mg snížil

VII. Rozdíly v obsahu glukobrassicinu v pokusných klíčcích rostlinách řepky vzhledem k obsahu v rostlinách kontrolních po 2, 4 a 8 dnech na světle a ve tmě. Obsah v kontrolních rostlinách je považován za 100 %

Obsah manganu v mg v 1 litru roztoku	Podmínky klíčení	Stáří klíčcích rostlin		
		2 dny	4 dny	8 dní
Kontrola	světlo	100 %	100 %	100 %
	tma	100 %	100 %	100 %
0,01	světlo	53,1	106,8	106,7
	tma	74,0	94,4	101,5
0,1	světlo	49,2	58,9	61,2
	tma	59,2	56,6	50,7
1	světlo	74,6	78,9	95,6
	tma	72,2	81,1	75,2
5	světlo	58,2	82,1	90,8
	tma	68,5	81,1	83,2
10	světlo	50,7	46,3	72,7
	tma	67,3	41,1	60,8
25	světlo	111,9	101,0	142,8
	tma	112,9	101,1	127,2
50	světlo	77,6	67,3	95,9
	tma	72,2	64,4	92,3
75	světlo	38,8	71,5	76,8
	tma	40,7	62,2	67,8
100	světlo	59,6	89,4	133,0
	tma	48,1	88,8	127,2
200	světlo	74,6	72,6	84,3
	tma	59,2	63,3	86,7
300	světlo	25,3	50,5	60,5
	tma	29,6	45,5	61,2
500	světlo	50,7	82,1	77,5
	tma	59,2	68,3	69,9
750	světlo	8,6	107,3	147,6
	tma	10,0	101,1	115,0
1000	světlo	20,3	74,7	84,4
	tma	19,2	58,9	77,9

Pozn.: Výsledky počítány z průměrného obsahu stanoveného metodami planimetrickou a planogravimetrickou.

obsah glukobrassicinu v řepce o 49, 39, 39, 32 a 30 % proti kontrole (tabulky V a VII), přičemž šlo vždy o rozdíly statisticky průkazné (tabulka V). To-muto snížení glukobrassicinu odpovídal vždy růstově inhibiční účinek manganu příslušné koncentrace (tabulka I). V koncentracích 25, 100 a 750 mg mangan zřetelně zvýšil obsah glukobrassicinu, a to o 27, 27 a 15 % proti kontrole (ta-bulka VII); 15 % zvýšení v koncentraci 750 mg nebylo však statisticky vý-znamné (tabulka V). Výrazně růstově stimulační vliv manganu v koncentracích 0,01 a 25 mg byl v souladu se zvýšeným obsahem glukobrassicinu, zejména v koncentraci 25 mg manganu (tabulky I, V a VII).

Abychom vyloučili možnost, že efekty $MnSO_4$ jsou vlastně vyvolány ionty síranovými, o nichž je známo, že podporují tvorbu glukobrassicinu v rostlinách jej obsahujících, provedli jsme srovnávací pokus s kultivací řepky v rozto-cích K_2SO_4 určité koncentrace. Připravili jsme roztoky K_2SO_4 s obsahem síry stejným jako v roztocích $MnSO_4$ o koncentraci 0,01 a 0,1 mg Mn v 1 l. Uve-dené koncentrace jsme zvolili proto, že měly zřetelné růstové účinky a ovliv-nily obsah glukobrassicinu v klíčních rostlinách řepky. Uspořádání pokusu s K_2SO_4 bylo analogické pokusu s $MnSO_4$.

K_2SO_4 neovlivnil růst klíčních rostlin řepky ani po 2, 4 nebo 8 dnech ať na světle, nebo ve tmě (tabulka III), zato ve všech případech snižoval ob-sah sušiny pokusných rostlin (tabulka III). $MnSO_4$ v odpovídajících koncen-tracích zcela zřetelně ovlivnil růst klíčních rostlin řepky (tabulka I) a obsah sušiny zpravidla naopak zvyšoval (tabulka II). Na světle K_2SO_4 po 2 a po 4 dnech obsah glukobrassicinu ovlivnil jen málo a nevýznamně, po 8 dnech jej zřetelně zvýšil (tabulka VI). Ve tmě K_2SO_4 po 2, po 4 i po 8 dnech zvyšoval obsah glukobrassicinu, zejména po 4 a 8 dnech (tabulka VI). Naproti tomu $MnSO_4$ v odpovídajících koncentracích obsah glukobrassicinu na světle i ve tmě převážně snižoval, popřípadě málo a nevýznamně zvyšoval (tabulka VII) Uve-dené nálezy svědčí pro to, že účinky $MnSO_4$ na růst klíčních rostlin řepky a obsah glukobrassicinu v nich jsou v podstatě účinky iontů Mn^{2+} a nikoli SO_4^{2-} .

Vzhledem k tomu, že mangan podporuje tvorbu chlorofylu v zelených rost-linách (McHargue 1922, 1926, 1927, Bishop 1928) a účastní se do-sud blíže neznámým způsobem i světelné fáze fotosyntézy (Arnold 1954, Kessler 1955, 1957, 1960), sledovali jsme rovněž semikvantitativně obsah chlorofylu v extraktech osmidenních klíčních rostlin řepky, pěstovaných na světle v roztocích $MnSO_4$. Zelené zbarvení metanolových extraktů a červená fluorescence skvrn chlorofylů na chromatogramech v UV-světle byly u rostlin pokusných i kontrolních srovnávány vizuálně. I když tento způsob vyhodno-cování rozdílů intenzity zabarvení je zatížen dosti velkou chybou, přece však umožňuje zachytit relativní rozdíly mezi rostlinami kontrolními a pokusnými dosti spolehlivě.

Snížení obsahu chlorofylu vzhledem ke kontrole bylo zjištěno pouze v kon-centraci 300 mg Mn na 1 l, tedy v koncentraci s vysloveně růstově inhibičním účinkem (tabulka I). Koncentrace 0,01, 25, 200, 500 a 1000 mg Mn mírně zvýšily obsah chlorofylu vzhledem ke kontrole, 50 mg Mn zvýšilo obsah chloro-fylu velmi výrazně a 100 mg Mn zvýšilo obsah chlorofylu zdaleka nejvíce ze všech koncentrací manganu. Zvýšení obsahu chlorofylu nebylo však provázáno stimulací růstu, což nasvědčuje tomu, že mangan ovlivňuje pochody biosyn-tézy chlorofylu bezprostředně, a že tudíž nejde o pouhý důsledek obecné růstové stimulace.

Skutečnost, že mangan v různých koncentracích působí značně rozdílně na růst rostlin, se ukázala i v našich pokusech s klíčovými rostlinami řepky. Růst na světle a ve tmě není však stejný; ve tmě byl růst intenzivnější, hlavně ve stimulačních koncentracích manganu. Osmidenní rostlinky ve tmě byly vysoké až 11 cm, zatímco rostlinky stejně staré, ale rostoucí na světle, byly dlouhé jen asi 6,5 cm. Rovněž obsah sušiny byl rozdílný u rostlin ve tmě a na světle: prakticky u všech osmidenních rostlin pěstovaných na světle je procento sušiny vyšší vzhledem k rostlinám pěstovaným ve tmě v rozkladu o stejné koncentraci manganu.

Papírovou chromatografií jsme sledovali změny v obsahu hydrofilních indolových látek v řepce po dvou-, čtyř- a osmidenním klíčení. Ve dvoudenních rostlinách jsme našli stopy tryptofanu a malá množství glukobrassicinu, ve čtyřdenních rostlinách je obsah těchto dvou látek (ve stejném množství rostlinného materiálu) již větší. K podstatným změnám dochází mezi čtvrtým a osmým dnem klíčení. Obsah glukobrassicinu se značně zvyšuje, zatímco hladina tryptofanu oproti čtvrtému dni klesá. Vedle glukobrassicinu vzniká nová látka — neoglukobrassicin, který může být metabolitem glukobrassicinu nebo vzniká aktivací prekursoru samotným systémem (Schraudolt 1965). Potvrzení přímého vzniku neoglukobrassicinu z glukobrassicinu dosud chybí; po podání glukobrassicinu značeného ^{14}C rostlinám hořčice nebyl ani po 136 hodinách nalezen neoglukobrassicin značený ^{14}C jakožto metabolit (Kutáček 1966). Celý problém tak zůstává tedy stále ještě otevřen.

Sledujeme-li změny v obsahu glukobrassicinu a neoglukobrassicinu vlivem manganu, zjišťujeme, že na určitém stupni vývoje klíčících rostlin řepky se ve všech případech objevuje neoglukobrassicin, ale jeho množství je různé v souladu s obsahem glukobrassicinu. Další přeměny uvedených látek v rostlinách řepky starších 8 dnů jsme již nesledovali; v informativním pokusu jsme v 16denních rostlinách řepky našli pouze glukobrassicin, a to ve značně menším množství než v rostlinách 8denních.

V našich pokusech mangan po dvou- až čtyřdenním působení na klíčící rostliny řepky na světle i ve tmě neměl žádný růstově stimulační vliv, ale naopak ve většině koncentrací (hlavně na světle) spíše inhibiční účinek. V souladu s tím mangan prakticky vždy (s výjimkou koncentrace 25 mg a po 4 dnech i 750 mg) obsah glukobrassicinu snížil; zvýšení v koncentraci 25, resp. 750 mg bylo malé a statisticky nevýznamné. Po 8 dnech koncentrace 0,1 a 300 mg manganu měly na světle i ve tmě výrazný inhibiční účinek na růst i obsah glukobrassicinu. V koncentracích 25, 100 a 750 mg manganu na světle statisticky významně zvýšil obsah glukobrassicinu; ve tmě stoupl obsah glukobrassicinu v koncentracích 25 a 100 mg. Stimulační účinek manganu se projevoval zřetelněji ve tmě, hlavně v koncentraci 25 mg, kdy zvýšený obsah glukobrassicinu byl provázen význačnou stimulací růstu.

Ze statistického hodnocení významnosti změn obsahu glukobrassicinu vlivem manganu vyplývá, že mangan působí v některých koncentracích značné zvýšení, v jiných naopak snížení obsahu glukobrassicinu. K trvalému významnému snížení obsahu glukobrassicinu na světle i ve tmě dochází v koncentracích 0,1, 10 a 300 mg na 1 l. K trvalému zvýšení obsahu glukobrassicinu dochází jenom v koncentraci 25 mg na 1 litr a statisticky významné je toto zvýšení pouze u rostlin osmidenních. Koncentrace 100 a 750 mg nej-

prve snižují nebo jen nepatrně ovlivňují obsah glukobrassicinu a teprve po 8 dnech obsah glukobrassicinu zřetelně zvyšují, hlavně na světle.

Z uvedených výsledků vyplývá, že existují 3 významné inhibiční (0,1, 10 a 300 mg na 1 l) a 3 významné stimulační (25, 100 a 750 mg na 1 l) koncentrace manganu pro klíčící rostliny řepky na světle. Totéž, s výjimkou koncentrace 750 mg, platí i pro klíčící rostliny etiolované. Většina ostatních v našich pokusech použitých koncentrací manganu způsobila snížení obsahu glukobrassicinu, které však v některých případech nebylo statisticky průkazné. Inhibiční koncentrace 300 mg velmi zřetelně snížila též obsah chlorofylu, kdežto stimulační koncentrace 100 mg značně zvýšila obsah chlorofylu u osmidenních rostlinek.

V práci jsme získali dostatek údajů pro obecné zhodnocení vztahu mezi růstem klíčících rostlin řepky a obsahem glukobrassicinu v nich. V jednotlivých časových etapách pokusu (2, 4 a 8 dnů) a u obou základních variant (světlo, tma) byly prokázány statisticky významné korelace mezi růstem klíčících rostlin řepky a obsahem glukobrassicinu ($r = +0,495$ až $+0,807$). Přitom absolutní hodnota korelačních koeficientů je vždy vyšší u klíčenců pěstovaných ve tmě než na světle. Skutečnost, že tento vztah je statisticky významný již na začátku pokusu, svědčí o tom, že endogenní glukobrassicin se uplatňuje již v prvních etapách vývinu klíčících rostlin, i když je nutno vidět současnou závislost na obsahu manganu v kultivačním roztoku. Naše výsledky by nasvědčovaly názoru, že glukobrassicin je typickou růstovou látkou.

Rozlišnou úroveň hydratace klíčenců řepky pěstovaných v různých koncentrovaných roztocích $MnSO_4$ nelze zatím jednoznačně vysvětlit. Je málo pravděpodobné, že by mangan specificky ovlivňoval vodní režim rostlin, spíše nutno předpokládat, že mangan ovlivňuje růstové pochody, jejichž intenzita souvisí s obsahem vody ve tkáni. Pro to svědčí i nálezy, že stimulace růstu je provázena snížením obsahu sušiny a naopak inhibice růstu jejím zvýšením. V rozmezí nižších koncentrací manganu se negativní závislost mezi obsahem sušiny a intenzitou růstu jeví podstatně výrazněji, než jak vyplývá z výpočtu korelačních koeficientů pro celý rozsah použitých koncentrací manganu. Nutno však mít současně na zřeteli, že hodnocení růstu v důsledku nutnosti současného zpracování materiálu z velkého počtu variant nemohlo být po stránce kvantitativní podrobnější. Obecné zhodnocení dále ukázalo, že zvýšení obsahu sušiny je provázeno snížením obsahu glukobrassicinu. Vypočtené negativní korelační koeficienty jsou většinou na hranici průkaznosti ($r = -0,422$ až $-0,513$). Pouze u nejmladších rostlin je hodnota korelačních koeficientů podstatně nižší.

Zajímavé je, že i v rostlinách vypěstovaných v roztocích s inhibičními koncentracemi manganu obsah glukobrassicinu v průběhu 8 dní stále relativně stoupá, i když je vzhledem k obsahu v kontrolních rostlinách snížen. Znamená to tedy, že mangan v těchto případech tvorbu glukobrassicinu pouze přibrzďuje, ale nezastavuje. Rušivý vliv manganu na tvorbu glukobrassicinu mohl by být buď důsledkem inhibice utilizace síry obsažené v anorganické či organické formě při syntéze glukobrassicinu, nebo důsledkem aktivace enzymových systémů rozkládajících glukobrassicin na růstově aktivní látky indolového typu (např. indolylacetonitril IAN), které ve vyšší koncentraci brzdí růst. Vzhledem k tomu, že jsme v rostlinách řepky ani chromatografií na tenké vrstvě lipofilní indolové látky (indolylacetonitril, indolylacetaldehyd aj.) neprokázali, je předpoklad o zvýšení obsahu IAN v důsledku zesíleného enzymového štěpení glukobrassicinu vlivem manganu nepravděpodobný. Pravděpodobnější je předpoklad inhibičního vlivu manganu na utilizaci síry při biosyntéze glukobrassicinu.

brassicinu, pro nějž by svědčil i nález, že mangan brzdí inkorporaci radioaktivní ^{35}S obsažené v iontech SO_4^{2-} do organických sirných sloučenin v listech pšenice a řepy (Vlasjuk, Klimovickaja, Kosmatyj 1958). Inhibiční, resp. stimulační účinky manganu na růst rostlin lze vysvětlovat též okolností, že mangan aktivuje (v nižších koncentracích) nebo inhibuje (ve vyšších koncentracích) systém oxidázy kyseliny indolyloctové (Wagenknecht, Burris 1950, Galston, Bonner, Baker 1950, Kenten 1955). Aktivace enzymového rozkladu kyseliny indolyloctové má v zápětí jako důsledek inhibici růstu, inhibice enzymového rozkladu kyseliny indolyloctové je následována stimulací růstu. Konečně nelze opominout ani vliv manganu na biosyntézu kyseliny skorbové (vitamínu C) (Rudra 1939) a metabolismus cukrů v rostlinách (Miller 1933), tedy na pochody, které souvisí s metabolismem glukobrassicinu přímo i nepřímo. Definitivní závěry o vlivu manganu na tvorbu glukobrassicinu bude však nutno učinit až po provedení dalších, hlavně enzymologických pokusů.

ZÁVĚR

Byl sledován vliv manganu ve formě síranu manganatého na růst, obsah glukobrassicinu a chlorofylu v klíčních rostlinách řepky olejky (*Brassica napus* var. *arvensis* /Lam./Thell.) po 2, 4 a 8 dnech působení na světle i ve tmě. Použité koncentrace manganu byly 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750 a 1000 mg Mn v 1 l roztoku. Mangan působil po dvou- až čtyřdenním klíčení na světle i ve tmě vždy inhibičně na růst rostlin řepky. Růstově stimulační vliv manganu se projevil pouze ve tmě, a to po osmidenním působení v koncentracích 0,01 a 25 mg, kdežto na světle se ani po 8 dnech růstově stimulační vliv manganu neprojevil.

Obsah glukobrassicinu byl některými koncentracemi manganu silně snížen, v jiných naopak zřetelně zvýšen. K trvalému značně významnému snížení obsahu glukobrassicinu na světle i ve tmě došlo v koncentracích 0,1, 10 a 300 mg Mn na 1 l. K trvalému zvýšení obsahu glukobrassicinu došlo pouze v koncentraci 25 mg na 1 l, ovšem statisticky významné je toto zvýšení pouze u rostlin osmidenních. V koncentracích 100 a 750 mg na 1 l dochází po 2 a 4 dnech ke snížení nebo nevýznamnému ovlivnění, po 8 dnech však ke zřetelnému zvýšení obsahu glukobrassicinu, které je v obou koncentracích na světle statisticky významné. Ve tmě je zvýšení statisticky významné pouze v koncentraci 100 mg na 1 l.

Z provedených pokusů vyplývá, že existují 3 významně inhibiční (0,1, 10 a 300 mg na 1 l) a 3 významně stimulační (25, 100 a 750 mg na 1 l) koncentrace manganu pro klíční rostliny řepky na světle. Totéž, s výjimkou koncentrace 750 mg na 1 l, platí i pro klíční rostliny etiolované. Většina ostatních námi použitých koncentrací manganu snižovala obsah glukobrassicinu; v některých případech však snížení nebylo statisticky průkazné. Téměř bez výjimky je relativní zvýšení obsahu glukobrassicinu provázáno relativním zvýšením intenzity růstu; málo významné změny v obsahu glukobrassicinu jsou provázány nevýznamnými změnami růstové intenzity.

Obsah chlorofylu v 8denních rostlinách řepky byl zřetelně zvýšen 100 mg Mn, kterážto koncentrace měla vysloveně růstově stimulační účinek. Naproti tomu růstově inhibiční koncentrace 300 mg Mn prokazatelně snížila obsah chlorofylu v klíčních rostlinách řepky.

Došlo dne 30. 12. 1966

1. ARNON, D. I.: Some recent advances in the study of essential micronutrients for green plants. = In: VIII. Congr. Intern. Bot. Paris, Sect. 11, 1954, s. 73-80. —
2. BISHOP, W. B. S.: The distribution of manganese in plants and its importance in plant metabolism. = „Austral. J. Exp. Biol. Med. Sci.“, 5, 1928, s. 125. — 3. CONRAD, K.: Auxin and glucobrassicin metabolism in kinetin-treated, isolated leaves. = „Flora (Jena)“, 155, 3, 1965, s. 441; „Chem. Abstr.“, 63, 1965, s. 1161. —
4. ECKSCHLAGER, K.: Chyby chemických rozborů. SNTL Praha 1961. — 5. GALSTON, A. W. - BONNER, J. - BAKER, R. S.: Flavoprotein and peroxidase as constituents of the indole-acetic acid oxidase of peas. = „Amer. J. Bot.“, 37, 1950, s. 677. — 6. GMELIN, R. - SAARIVIRTA, M. - VIRTANEN, A. I.: Glucobrassicin, a precursor of thiocyanate and ascorbigen in the species of *Brassica oleracea*. = „Suomen Kemistilehti“ B 33, 1960, s. 172; „Chem. Abstr.“, 55, 1961, s. 8384. — 7. GMELIN, R. - VIRTANEN, A. I.: Glucobrassicin, the precursor of 3-indolylacetonitrile, ascorbigen and thiocyanate in *Brassica oleracea*. = „Suomen Kemistilehti“, 34 B, 1961, s. 15; „Chem. Abstr.“, 55, 1961, s. 17774. — 8. GMELIN, R. - VIRTANEN, A. I.: Glucobrassicin, der Präcursor von SCN-, 3-Indolylacetonitril und Ascorbigen in *Brassica oleracea* Species. = „Ann. Acad. Sci. Fennicae“, Ser. A, II. Chemica No. 107, 1961, s. 1; „Chem. Abstr.“, 56, 1962, s. 6344. — 9. GMELIN, R. - VIRTANEN, A. I.: Neoglucobrassicin, ein zweiter SCN-Präcursor vom Indoltyp in *Brassica*-Arten. = „Acta Chem. Scand.“, 16, 1962, s. 1378. — 10. GMELIN, R.: Occurrence, isolation and properties of glucobrassicin and neoglucobrassicin. = „Colloq. Intern. Centre Natl. Rech. Sci. (Paris)“, No. 123, 1963 (publ. 1964), s. 159; „Chem. Abstr.“, 61, 1964, s. 9714. — 11. GMELIN, R.: Chemistry of S compounds present in plants of the *Brassica* family and their relation to the *Brassica* factor. = „Nat. Occurring Goitrogen Thyroid Function Symp.“ Smolenice, Czech. 1962, 1964, s. 17; „Chem. Abstr.“, 63, 1965, s. 5584. — 12. HAI, I. M. - MACEK, K.: Handbuch der Papierchromatographie, Band I, VEB G. Fischer Verlag, Jena 1963. — 13. HARGUE, Mc J. S.: The role of manganese in plants = „J. Am. Chem. Soc.“, 44, 1922, s. 1592. — 14. HARGUE, Mc J. S.: Manganese and plant growth. = „Ind. Eng. Chem.“, 18, 1926, s. 172; — 19, 1927, s. 274. — 15. JIRÁČEK, V. - ZMRHAL, Z. - KRYŽÁNEK, R.: Laboratorní víceúčelové zařízení k vakuovému zahušťování roztoků. = „Rostlinná výroba“, 8, 1965, s. 895. — 16. KENTEN, R. H.: The oxidation of indolyl-3-acetic acid by Wexpod bean root sap and peroxidase systems. = „Biochem. J.“, 59, 1955, s. 110. — 17. KESSLER, E.: On the role of manganese in the oxygen-evolving system of photosynthesis. = „Arch. Biochem.“, 59, 1955, s. 527. — 18. KESSLER, E.: Stoffwechselphysiologische Untersuchungen an Hydrogenase enthaltenden Grünalgen. I. Über die Rolle des Mangans bei Photoreduktion und Photosynthese. = „Planta“, 49, 1957, s. 435. — 19. KESSLER, E. - MORAW, R. - RUMBERG, B. - WITT, H. T.: Manganese content and changes in light absorption during photosynthesis in green algae. = „Biochim. Biophys. Acta“, 43, 1960, s. 134. — 20. KUTÁČEK, M.: Indolderivate in Pflanzen der Familie *Brassicaceae*. = In: Symposium über pflanzliche Wachstumsstoffe. Rostock 1966 - v tisku. — 21. KUTÁČEK, M. - KRÁLOVÁ, M.: dosud nepublikováno (1966). — 22. KUTÁČEK, M. - PROCHÁZKA, Ž. - VEREŠ, K.: Biogenesis of glucobrassicin, the in vitro precursor of ascorbigen. = „Nature“, 194, 1962, s. 393. — 23. KUTÁČEK, M. - NOVÁKOVÁ, J. - VALENTA, M.: Papierchromatographische und Extraktionsmethoden für Indolderivate. = „Flora (Jena)“, 153, 1, 1963, s. 54; „Chem. Abstr.“, 59, 1963, s. 10470. — 24. KUTÁČEK, M. - PROCHÁZKA, Ž.: Determination and isolation of indole compounds in Cruciferae. = „Colloq. Intern. Centre Natl. Rech. Sci. (Paris)“, No 123, 1963, s. 445 (publ. 1964); „Chem. Abstr.“, 61, 1964, s. 9760. — 25. KUTÁČEK, M.: Glucobrassicin, a potential inhibitor of unusual type affecting the germination and growth of plants: mechanism of its action. = „Biol. Plant. Acad. Sci. Bohemoslov.“, 6, 1964, s. 88; „Chem. Abstr.“, 61, 1964, s. 4883. — 26. KUTÁČEK, M. - OPLIŠTILOVÁ, K.: O rozprostranění glukobrassicina, předšestvinnika indolylacetonitrila, ascorbigena i rodanidných jonů v rostlinách seměšťa *Brassicaceae*. = „Fiziol. rostlin“, 11, 5, 1964, s. 867. — 27. KUTÁČEK, M. - PROCHÁZKA, Ž. - VALENTA, M.: Stoffwechsel des Glukobrassicins und anderer Indolderivate in *Brassica*. = „Nat. Occurring Goitrogens Thyroid Function, Symp. Smolenice, Czech.“ 1962, publ. 1964, s. 49; „Chem. Abstr.“, 63, 1965, s. 3322. — 28. KUTÁČEK, M. - SPÁLENÝ, J. - OPLIŠTILOVÁ, K.: Die biosynthetische Inkorporation von externem $^{35}\text{SO}_2$ in Glukobrassicin. = „Experientia“, 22, 1966, s. 24. — 29. KUTÁČEK, M. - BULGAKOV, R. - OPLIŠTILOVÁ, K.: On the auxin activity of glucobrassicin in biological tests. =

„Biol. Plantarum Acad. Sci. Bohemoslov.“, 8, 1966, s. 252. — 30. MILLER, L. P.: Effect of manganese deficiency on the growth and sugar content of plants. = „Amer. J. Bot.“, 20, 1933, s. 621. — 31. PROCHÁZKA, Z. - KOŘÍSTEK, S.: O vázané formě askorbové kyseliny. II. Důkaz existence askorbigenu v kapustě pomocí papírové chromatografie. = „Chem. Listy“, 45, 1951, s. 274; Collection Czechoslov. Chem. Commun.“, 16, 1951, s. 65. — 32. RUDRA, M. N.: Role of manganese in the biological synthesis of ascorbic acid. = „Nature“, 143, 1939, s. 811. — 33. RUDRA, M. N.: Die Rolle des Mangans bei der biologischen Ascorbinsäure-Synthese. = „Biochem. Z.“, 301, 1939, s. 238. — 34. SEN, S. P.: stať v knize: H. F. Linskens (editor): Papierchromatographie in der Botanik, str. 153. Springer-Verlag, Berlin 1955. — 35. SCHRAUDOLF, H.: Zur Verbreitung von Glucobrassicin und Neoglucobrassicin in höheren Pflanzen. = „Experientia“, 21, 1965, s. 520. — 36. SCHRAUDOLF, H. - BERGMANN, F.: Metabolism of indole derivatives in *Sinapis alba*. II. Investigation of the biogenesis and metabolism of indole glucosinolates with the aid of ring-labelled tryptophan-¹⁴C and sulfate-³⁵S. = „Planta“, 67, 1965, s. 75; „Chem. Abstr.“, 64, 1966, s. 8651. — 37. SPÁLENÝ, J. - KUTÁČEK, M. - OPLIŠTĚLOVÁ, K.: On the metabolism of ³⁵SO₂ in the leaves of cauliflower, *Brassica oleracea* var. *botrytis*. = „Air Water Pollution“, 9, 9, 1965, s. 525; „Chem. Abstr.“, 64, 1966, s. 3968. — 38. VIRTANEN, A. I.: On the chemistry of the *Brassica* factor, its effect on the function of the thyroid gland and its transfer to milk. = „Experientia“, 17, 1961, s. 241. — 39. VLASJUK, P. A. - KLIMOVICKAJA, Z. M. - KOSMATYJ, E. S.: Vlijanije uslovij pitaniya rastenij na metabolism sery i biosintez serusoděržaščich aminokislot v belkach. = „Nauč. Trudy Ukrain. Inst. Fiziol. Rastěnij“, 15, 1958, s. 71; „Chem. Abstr.“, 55, 1961, s. 3739. — 40. WAGENKNECHT, A. C. - BURRIS, R. H.: Indoleacetic acid inactivating enzymes from bean roots and pea seedlings. = „Arch. Biochem.“, 25, 1950.

Влияние марганца на рост и содержание глюкобрассина в рапсе (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam.)

Изучалось влияние марганца в форме сернокислого марганца на рост, содержание глюкобрассина и хлорофилла во всхожих растениях рапса (*Brassica napus* var. *arvensis* [Lam.] Thell.) после 2, 4 и 8 дней действия на свету и в темноте. Были применены концентрации марганца 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750 и 1000 мг марганца в 1 л раствора. Марганец после 2 и 4-дневного проращивания на свету и в темноте всегда оказывал ингибирующее действие на рост растений рапса. Стимулирующее влияние марганца на рост рапса проявилось только в темноте, а именно после 8-дневного действия при концентрациях 0,01 и 25 мг, тогда как на свету даже после 8-дневного действия стимулирующее влияние марганца на рост рапса не проявилось.

Содержание глюкобрассина было некоторыми концентрациями марганца сильно снижено, а при других концентрациях, напротив, заметно увеличено. Постоянное очень значительное понижение содержания глюкобрассина на свету и в темноте наблюдалось при концентрациях 0,1, 10 и 300 мг марганца на литр. Постоянное повышение содержания глюкобрассина было отмечено только при концентрации 25 мг/л, однако это повышение статистически достоверно только у восьмидневных растений. В концентрациях 100 и 750 мг/л спустя 2 и 4 дня наблюдается снижение или недостоверное воздействие, а спустя 8 дней — отчетливое повышение содержания глюкобрассина, которое при обеих концентрациях на свету статистически достоверно. В темноте статистически достоверно это повышение только в концентрации 100 мг/литр.

Из проведенных опытов вытекает, что существуют 3 достоверно ингибирующие (0,1, 10 и 300 мг/л) и 3 достоверно стимулирующие (25, 100 и 750 мг/л) концентрации марганца для всхожих растений рапса на свету. То же, за исключением концентрации 750 мг/л, относится и к этиолированным всхожим растениям. Большинство остальных примененных нами концентраций марганца снижало содержание глюкобрассина; в некоторых случаях, однако, это снижение не было статистически достоверным. Почти без исключения относительное повышение содержания глюкобрассина сопровождается относительным повышением интенсивности роста; мало достоверные изменения в содержании глюкобрассина сопровождаются недостоверными изменениями интенсивности роста.

Содержание хлорофилла в 8-дневных растениях рапса было повышено марганцем в концентрации 100 мг/л, причем эта концентрация имела отчетливо стимулирующее действие на рост растений рапса. Наоборот, в ростовом отношении ингибирующая концентрация 300 мг/л марганца достоверно понизила содержание хлорофилла во всхожих растениях рапса.

Текст к таблицам

- I. Влияние марганца на рост всхожих растений рапса на свету и в темноте. Растения были разделены по росту на 5 групп, обозначенных цифрами 0—4. 0 означает невсхожие или непроросшие семена, 4 — очень большие растения
- II. Влияние марганца на содержание сухого вещества во всхожих растениях рапса, выращиваемых в течение 2, 4 и 8 дней на свету или в темноте
- III. Влияние разных концентраций серы (в форме K_2SO_4) на рост и содержание сухого вещества во всхожих растениях рапса после 2, 4 и 8 дней проращивания на свету или в темноте. В образцах S-0,01 и S-0,1 рапс прорастал в растворах, содержащих одинаковое количество серы, как растворы с 0,01 и 0,1 мг марганца (в форме $MnSO_4$)
- IV. Влияние марганца на содержание глюкобрассина во всхожих растениях рапса, выращиваемых 2, 4 и 8 дней на свету
- V. Влияние марганца на содержание глюкобрассина во всхожих растениях рапса, выращиваемых 2, 4 и 8 дней в темноте
- VI. Влияние разных концентраций серы (в форме K_2SO_4) на содержание глюкобрассина во всхожих растениях рапса после 2, 4 и 8 дней проращивания на свету или в темноте. В образцах S-0,01 и S-0,1 рапс прорастал в растворах K_2SO_4 , содержащих одинаковое количество серы, как и растворы с 0,01 и 0,1 мг марганца на литр (в форме $MnSO_4$). Содержание глюкобрассина приводится в мг в 100 г сухого вещества
- VII. Различия в содержании глюкобрассина в опытных всхожих растениях рапса в сравнении с его содержанием в контрольных растениях после 2, 4 и 8 дней проращивания на свету и в темноте. Содержание глюкобрассина в контрольных растениях принимается за 100 %

Текст к диаграммам

1. Пример хроматографического деления роданид-иона (1), глюкобрассина (2), неоглюкобрассина (3) и триптофана (4) в смеси н-бутанол-уксусная кислота — вода (4:1:5) (А) и н-бутанол-уксусная кислота — вода (4:1:3) (Б)

The Effect of Manganese on the Growth and Glucobrassicin Content in Rape (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam.)

The effect of manganese in the form of manganese sulphate on the growth, on the glucobrassicin and chlorophyll content in germinating rape plants (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam./Tholl.) was observed after 2, 4 and 8 days in light and in the dark. The manganese concentrations used were: 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750 and 1000 mg Mn per 1 litre of the solution. During a 2 and 4 days' germination in light and in the dark, the manganese had always an inhibitory effect on the growth of the rape plants. The growth stimulating effect of manganese manifested itself only in the dark after having acted for 8 days in concentrations of 0,01 and 25 mg, whereas in light the growth stimulating effect of manganese was not manifested even after 8 days.

The glucobrassicin content was strongly reduced by some manganese concentrations, in other concentrations, to the contrary, it was remarkably raised. A very remarkable lasting lowering of the glucobrassicin content in light and in the dark occurred at concentrations of 0,1, 10 and 300 mg/litre. A lasting increase of the glucobrassicin content was found in a concentration of 25 mg/litre only, but this has a statistical significance only in eight-day-old plants. In concentrations of 100 and 750 mg/litre there is a lowering or an insignificant effect after 2 and 4 days, but after 8 days there is a distinctive increase of the glucobrassicin content, which is in light statistically significant in both concentrations. In the dark the increase is statistically significant only in a concentration of 100 mg/litre.

From the experiments it can be seen that there are 3 important inhibiting (0,1, 10 and 100 mg/litre) and 3 important stimulating (25, 100 and 750 mg/litre) manganese concentrations for rape in light. The same, with the exception of the concentration of 750 mg/litre, occurs also in etiolated germinating plants. Most of the other manganese concentrations that we used lowered the glucobrassicin content, but in some cases the lowering was not statistically significant. The relative increase of the glucobrassicin content was, nearly without any exception, accompanied by a relative increase of the growth intensity; little significant changes

of the glucobrassicin content are accompanied by insignificant changes of growth intensity.

The chlorophyll content in 8-day-old rape plants was distinctly raised by 100 mg Mn, which concentration had a marked stimulating effect on growth. Concentration of 300 mg Mn with an inhibiting effect on growth had, on the other hand, significantly lowered the chlorophyll content in germinating rape plants.

Text to the tables

- I. The effect of manganese on the growth of germinating rape plants in light and in the dark. The plants were distributed into five groups according to their height, numbered from 0—4. Zero means seeds not germinating or growing, 4 designates very big plants
- II. The effect of manganese on the content of dry matter in germinating rape plants, grown 2, 4 and 8 days in light and in the dark
- III. The effect of different sulphur concentrations (in the form of K_2SO_4) on the growth and on the content of dry matter in germinating rape plants after 2, 4 and 8 days of germination in light and in the dark. In samples S-0,01 and S-0,1 rape was germinating in solutions containing the same quantity of sulphur as solutions with 0,01 and 0,1 mg Mn in the form of $MnSO_4$ (sulphate salt)
- IV. The effect of manganese on the glucobrassicin content in germinating rape plants grown for 2, 4 and 8 days in light
- V. The effect of manganese on the glucobrassicin content in germinating rape plants grown for 2, 4 and 8 days in the dark
- VI. The effect of different sulphur concentrations (in the form of K_2SO_4) on the glucobrassicin content in germinating rape plants after 2, 4 and 8 days of germination in light and in the dark. In samples S-0,01 and S-0,1, rape germinated in K_2SO_4 solutions containing the same quantity of sulphur as did the solutions with 0,01 and 0,1 mg Mn/litre (in the form of $MnSO_4$). The glucobrassicin content is quoted in mg in 100 g of dry matter
- VII. Differences in the glucobrassicin content in experimental germinating rape plants in relation to the content in control plants after 2, 4 and 8 days in light and in the dark. The content in the controls stands for 100 %

Text to the diagram

1. Sample of a chromatographic separation of the rhodanide ion (1), glucobrassicin (2), neoglucobrassicin (3) and tryptophan (4) in a system of n-butanol-acetic acid-water (4:1:5) [A] and n-butanol-acetic acid-water (4:1:3) [B]

Einfluß des Mangans auf das Wachstum und den Glukobrassicin Gehalt von Rapspflanzen (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam.)

Es wurde der Einfluß von Mangan in Form von Mangansulfat auf das Wachstum, den Glukobrassicin- und Chlorophyllgehalt in Keimpflanzen von Raps (*Brassica napus* var. *arvensis* [Lam.] Thell.) nach zwei-, vier- und achttägiger Einwirkung, sowohl am Licht, als auch in der Dunkelheit, verfolgt. Die verwendeten Mangankonzentrationen betrugen 0,01, 0,1, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 500, 750 und 1000 mg Mn in je 1 Liter der Lösung. Mangan hat nach zwei- und viertägigem Wachstum von Rapspflanzen eingewirkt. Stimulierender Einfluß von Mangan auf Keimen sowohl am Licht, als auch in der Dunkelheit stets hemmend auf das Wachstum von Rapspflanzen eingewirkt. Stimulierender Einfluß von Mangan auf das Wachstum hat sich nur in der Dunkelheit und zwar nach achttägiger Einwirkung in Konzentrationen von 0,01 und 25 mg geäußert, während am Licht sich kein stimulierender Einfluß — nicht einmal nach 8 Tagen — gezeigt hat.

Der Glukobrassicin Gehalt wurde durch einige Mangankonzentrationen stark herabgesetzt, durch andere dagegen deutlich erhöht. Zu einer sehr bedeutenden Herabsetzung des Glukobrassicin Gehaltes sowohl am Licht, als auch in der Dunkelheit, kam es bei Konzentrationen von 0,1, 10 und 300 mg Mn/Liter. Zu einer dauernden Erhöhung des Glukobrassicin Gehaltes kam es nur bei einer Konzentration von 25 mg/Liter, jedoch statistisch signifikant ist diese Erhöhung nur bei achttägigen Pflanzen. Bei Konzentrationen von 100 und 750 mg/Liter kommt es nach 2 und

4 Tagen zur Herabsetzung oder unbedeutender Beeinflussung, nach 8 Tagen jedoch, zur markanten Erhöhung des Glukobrassicinergehaltes, welche bei beiden Konzentrationen am Licht statistisch signifikant ist. In der Dunkelheit ist die Erhöhung nur bei einer Konzentration von 100 mg/Liter statistisch signifikant.

Aus den vorgenommenen Versuchen geht hervor, daß für die Keimpflanzen von Raps am Licht dreimarkant hemmende (0,1, 10 und 300 mg/Liter) und drei markant stimulierende (25, 100 und 750 mg/Liter) Mangankonzentrationen existieren; dasselbe, mit Ausnahme einer Konzentration von 750 mg/Liter, gilt auch für etiolierte Keimpflanzen. Die meisten anderen benützten Mangankonzentrationen haben den Glukobrassicinergehalt herabgesetzt; in einigen Fällen war die Herabsetzung jedoch nicht statistisch signifikant. Fast ohne Ausnahme ist die relative Erhöhung des Glukobrassicinergehaltes von relativer Erhöhung der Wachstumsintensität begleitet; wenig bedeutsame Änderungen im Glukobrassicinergehalt sind von unbedeutenden Änderungen der Wachstumsintensität begleitet.

Der Chlorophyllgehalt in achttägigen Rapspflanzen wurde markant durch 100 mg Mn erhöht und diese Konzentration hat eine auf das Wachstum eine ausgesprochen stimulierende Wirkung ausgeübt. Dagegen hat die auf das Wachstum hemmende wirkende Konzentration von 300 mg Mn signifikant den Chlorophyllgehalt der Rapskeimpflanzen herabgesetzt.

Die hemmende Wirkung von Mangan auf die Bildung von Glukobrassicin kann eine Folgeerscheinung des störenden Einflusses von Mangan auf die Schwefelausnutzung bei der Biosynthese von Glukobrassicin sein. Dieser Einfluß kann sowohl direkt, als auch indirekt wirken. Die stimulierende und hemmende Manganwirkung auf das Wachstum und Bildung von Glukobrassicin kann auch eine Folgeerscheinung des Einflusses auf die Myrosinaseaktivität, Oxydase der Indolylessigsäure und endlich auch eine Folge des Eingriffes in den Tryptophan-Ascorbinsäure- und Zuckermetabolismus darstellen. Definitive Schlußfolgerungen über den Mechanismus der Manganwirkung auf die Glukobrassicinbiosynthese werden jedoch erst nach Durchführung von weiteren, hauptsächlich enzymologischen Versuchen, ermöglicht werden.

Adresa autorů:

RNDr. Vladimír Jiráček, CSc., Anna Pífková, prom. chem., Karlova universita, přírodovědecká fakulta, katedra biochemie, Praha 2, Albertov 2030
doc. RND. PhMr. Milan Kutáček, CSc., Ústav experimentální botaniky ČSAV, oddělení radiobiologie, Praha-Vokovice, Ke dvoru 16
doc. ing. Vladimír Segefa, CSc., Ústřední výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně 507

Podepsáno k tisku dne 22. srpna 1967

OBSAH

Segefa V.: Otázky rostlinné fyziologie v zemědělském výzkumu	793
Nátr L.: Studium tvorby výnosu zrna u obilnin III. Vliv ustrižení listů a osin na snížení výnosových prvků u jarního ječmene a ozimé pšenice	797
Fiala V.: Příspěvek ke studiu účinků SO ₂ na některé fyziologické procesy u chmelové rostliny	819
Nečas J., Zrůst J.: Odrůdové rozdíly v osmotických hodnotách brambor pěstovaných za snížené půdní vlhkosti	825
Šebánek J., Kopecký F.: K problematice uvolňování gibberelinu kořeny hrachu	843
Lasovský J., Ehrenbergerová J.: Změny v obsahu endogenních gibberelinů během odpočinku a rašení bramborových hlíz odrůd 'Jizera' a 'Amsel'	849
Šebánek J.: Interakce růstových retardantů a gibberelinu v korelacích u lnu, hrachu a rajčat	855
Segefa V.: Vliv vymokání na rezistenci ozimých obilovin vůči mrazu	877
Voříšek V., Minářová E., Bečka J.: Studium fyziologického vlivu vyšších koncentrací bóru na kukuřici při různých teplotách prostředí	889
Jiráček V., Pífková A., Kutáček M., Segefa V.: Vliv manganu na růst a obsah glukobrassicinu v řepce olejné (<i>Brassica napus</i> var. <i>arvensis</i> Lam.)	897

СОДЕРЖАНИЕ

Натр Л.: Изучение образования урожая зерна у зерновых культур III. Влияние обрезки листьев и остей на снижение элементов урожая у ярового ячменя и озимой пшеницы (814). — Фиала В.: К вопросу изучения действия SO₂ на некоторые физиологические процессы у растений хмеля (824). — Нечас Я., Зрүст Я.: Сортовые различия в осмотических значениях картофеля, возделываемого при пониженной почвенной влажности (839). — Шебанек Й., Копецки Ф.: К проблематике выделения гиббереллина корнями гороха (847). — Ласовски Я., Егренбергерова Я.: Изменения в содержании эндогенных гиббереллинов в период покоя и прорастания клубней картофеля сорта 'Йизера' и 'Амсел' (835). — Шебанек Й.: Интеракция ростовых замедлителей и гиббереллина в корреляциях у льна, гороха и томатов (872). — Сегета В.: Влияние вымокания на морозостойкость озимых зерновых (887). — Воришек В., Минаржова Е., Бечка Я.: Изучение физиологического влияния более высокой концентрации бора на кукурузу при разных температурах среды (895). — Йирачек В., Пифкова А., Кутачек М., Сегета В.: Влияние марганца на рост и содержание глюкобрасицина в рапсе (*Brassica napus* var. *arvensis* Lam.) (913).

CONTENT

Nátr L.: Study of the Formation of the Grain Yield of Cereals. III. The Influence of the Cutting-off of Leaves and Awns on the Reduction of the Yield Elements in Spring Barley and Winter Wheat (816). — Fiala V.: A Contribution to the Study on the Effect of SO₂ on some Physiological Processes in the Hop Plant (824). — Nečas J., Zrůst J.: Varietal Differences in the Osmotic Values of Potatoes Grown Under Conditions of Decreased Soil Moisture (840). — Šebánek J., Kopecký F.: Contribution to the Problem of the Release of Gibberellin by the Roots of the Peas (847). — Lasovský J., Ehrenbergerová J.: Changes of the Endogenous Gibberellins Content in the Potato Tubers of the 'Jizera' and 'Amsel' variety during the Dormant and Sprouting Stage (853). — Šebánek J.: Interaction of the Growth Retardants and Gibberellin in Correlations of Flax, Peas and Tomatoes (874). — Segefa V.: The Influence of Flooding on the Frost Hardiness of Winter Cereals (887). — Voříšek V., Minářová E., Bečka J.: The Study on the Physiological Effect of Higher Boron Concentration on Maize at Different Environmental Temperatures (895). — Jiráček V., Pífková A., Kutáček M., Segefa V.: The Effect of Manganese on the Growth and Gluco-

Nátr L.: Studium der Bildung des Körnerertrages bei Getreidearten. III. Einfluß des Abschneidens von Blättern und Grannen auf die Reduktion der Ertragselemente bei Sommergerste und Winterweizen (res. E/816). — Fiala V.: Beitrag zum Studium der Wirkung des SO₂ auf einige physiologische Prozesse bei der Hopfenpflanze (res. E/824). — Nečas J., Zrůst J.: Sortenbedingte Unterschiede in osmotischen Werten der bei reduzierter Bodenfeuchtigkeit angebauten Kartoffeln (res. E/840). — Šebánek J., Kopecký F.: Zur Problematik der Freimachung des Gibberelins mittels Erbsenwurzeln (res. E/847). — Lasovský J., Ehrenbergerová J.: Änderungen im Gehalt der endogenen Gibbereline während der Ruhezeit und Treiben der Kartoffelknollen der Sorten 'Jizera' und 'Amsel' (res. E/853). — Šebánek J.: Interaktion der Wachstumretardanten und Gibbereline in den Korrelationen bei Lein, Erbsen und Tomaten (res. E/874). — Segeta V.: Einfluß der Überschwemmung auf die Resistenz der Wintergetreidearten gegen Frost (res. E/887). — Voříšek V., Minářová E., Bečka J.: Studium des physiologischen Einflusses der höheren Borkonzentrationen auf Mais bei verschiedenen Temperaturen des Milieus (res. E/895). — Jiráček V., Pífková A., Kutáček M., Segeta V.: Einfluß des Mangans auf das Wachstum und den Gehalt des Glucobrassicins im Ölrap (Brassica napus var. arvensis Lam.) (res. E/914).

TABLE DES MATIÈRES

Nátr L.: Etude de la formation du rendement en grains des céréales. III. Influence de la coupure des feuilles et des barbes sur l'abaissement des éléments de rendement chez l'orge de printemps et le froment d'hiver (res. An/816). — Fiala V.: Contribution à l'étude des effets de SO₂ sur certains processus physiologiques de la plante de houblon (res. An/824). — Nečas J., Zrůst J.: Différences variétales en ce qui concerne les valeurs osmotiques des pommes de terre, cultivées dans les conditions d'une humidité de sol abaissée (res. An/840). — Šebánek J., Kopecký F.: Problèmes relatifs au dégagement de la gibbérelline par les racines du pois (res. An/847). — Lasovský J., Ehrenbergerová J.: Modifications de la teneur en gibbérellines endogènes au cours du repos et de la germination des tubercules de pommes de terre des variétés 'Jizera' et 'Amsel' (res. An/853). — Šebánek J.: Correlations de l'interaction des retardateurs et de la gibbérelline chez le lin, pois et tomates (res. An/874). — Segeta V.: Influence de la saturation d'eau sur la résistance des céréales d'hiver à la gelée (res. An/887). — Voříšek V., Minářová E., Bečka J.: Etude de l'influence physiologique des concentrations supérieures de bore sur le maïs à des températures du milieu différentes (res. An/895). — Jiráček V., Pífková A., Kutáček M., Segeta V.: Influence du manganèse sur la croissance et sa teneur dans le colza oléagineux (Brassica napus, var. arvensis Lam.) (res. An/914).