

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Rostlinná výroba

7J

ROČNÍK 5 (XXXV) – PRAHA, ČERVENEC 1962

CENA 13 Kčs

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Rídí redakční rada: prof. dr. inž. Václav Káš, doktor zemědělských věd (předseda), ScC. inž. Jiljí Fiedler, inž. Ján Guspán, inž. František Hlaváč, prof. dr. inž. Vladimír Kosil, doc. dr. inž. Vladimír Krajčovič, doc. dr. inž. František Landovský, inž. Jozef Lopatník, inž. František Mareček, dopisující člen ČSAV, Vladimír Polák, doc. inž. Václav Rybáček, inž. Vladimír Segeta, inž. Miloslav Schmied, inž. Vladimír Skládal, inž. Oldřich Sobotka, inž. Antonín Straňák, dr. inž. Pavel Škopík, inž. Josef Zadina, RNDr. inž. Jaroslav Zakopal. — Vedoucí redaktorka Milena Sovová.

© Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha 1962

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

- Christěva L. A., Lukjaněnková N. V.:** Význam fyziologicky aktivních látek v půdě — huminových kyselin, bitumenů a vitamínů B₂, C, P-P, A a D — v životě rostlin a způsoby jejich doplňování
Значение физиологически активных веществ почвы — гуминовых кислот, битумов и витаминов в жизни растений и пути их пополнения
Bedeutung physiologisch aktiver Bodenstoffe (Huminsäure und Vitamine) für das Pflanzenleben und Methoden ihrer Ergänzung 855
- Petěrburgskij A. V.:** O vlivu malého množství humusových látek na výnosy a chemické složení rostlin
О влиянии небольших количеств гумусовых веществ на урожай и химический состав растений
Über den Einfluß kleiner Humusstoffmengen auf Erträge und chemische Zusammensetzung von Pflanzen
On the Effects of Small Doses of Humic Substances on Yields and Chemical Composition of Plants 867
- Válek B.:** Vliv minerálně chudší horniny na vývoj a úrodnost půd u Libnova v Krušných horách
Влияние минерально бедной породы на развитие и плодородие почв у Либнова в Крушных горах, на запад от Соколово
Einfluß des mineralärmeren Gesteins auf die Bodenentwicklung der Böden bei Libnov im Erzgebirge, westlich von Sokolov 881
- Pešák M., Němec A.:** Příspěvek k ekonomickému hodnocení účinku zvýšených dávek průmyslových hnojiv
К вопросу экономической оценки эффективности повышенных доз минеральных удобрений
Beitrag zur ökonomischen Bewertung der Wirkung erhöhter Kunstdüngergaben 893

Význam fyziologicky aktivních látek v půdě — huminových kyselin, bitumenů a vitamínů B₂, C, P-P, A a D — v životě rostlin a způsoby jejich doplňování*

Значение физиологически активных веществ почвы — гуминовых кислот, битумов и витаминов в жизни растений и пути их пополнения

Bedeutung physiologisch aktiver Bodensstoffe (Huminsäuren und Vitamine) für das Pflanzenleben und Methoden ihrer Ergänzung

Profesorka L. A. CHRISTĚVA, doktorka zeměd. věd,
asistentka N. V. LUKJANENKOVÁ

Zemědělský ústav, laboratoř pro výzkum huminových hnojiv, Dněpropetrovsk

Ve vědě ještě nedávno převládal názor, že organické látky v půdě mají na život rostlin jen nepřímý vliv, že je rostliny nepřijímají a že žádný přímý význam v jejich životní činnosti nemají. Tyto názory se nyní od základu změnily.

Historie vývoje vědy v této oblasti je bohatá, zde pouze zdůrazníme, že to-muto převratu v názorech jsme zavázáni doplňovat své znalosti v těchto úsecích problémů:

1. zpřesnění složení půdního humusu a kaustobiolitů, oddělení jednotlivých sloučenin a zjištění chemické struktury u četných těchto sloučenin;
2. vliv těchto sloučenin na životní činnost rostlin a na jednotlivé fyziologické funkce rostlinného organismu;
3. studium podmínek, při nichž se vliv těchto látek projevuje zvláště výrazně a stabilizuje se.

Při stanovení těchto nových zásadních koncepcí mají velikou úlohu práce Blagověščenského, Krasilnikova, Kononové, Dragunova, Kucharenkové, Lieskeho, Olsena, Bronislava a Mariana Niklewských, Wojczehowského, Gumiňského a Gumiňské, Práta, Tichova, Sladkého, Flaiga, Saalbacha, Chaminada, Blancha aj.

Je třeba poznamenat, že na úspěších v oblasti poznávání významu organických látek půdy v životě rostlin mají velký podíl i úspěchy obecné biochemie, která se v posledních letech vyvíjela neobyčejně bouřlivě.

Domníváme se, že je načase říci, že rostliny vedle minerálních živin přijímají i organické látky, které plní zcela určité, velmi často neobyčejně důležité fyziologické funkce, a že výzkum těchto otázek je nejdůležitějším úkolem rostlinné fyziologie a agrochemie.

*) Referát, přednesený na sympoziu Humus a rostlina.

Význam fyziologicky aktivních forem huminových kyselin, bitumenů a vitamínů B₂, C, P-P, A a D v životě rostlin

Přejdeme k výkladu vlastního názoru na úlohu huminových kyselin, bitumenů a některých vitamínů v životě rostlin tak, jak se utvořil v důsledku dlouholetých výzkumných prací a jejich teoretického rozboru. Zejména tyto práce nás přivedly k názoru, že hlavní fyziologická funkce těchto látek spočívá v tom, že u rostlin odstraňují „kyslíkový nedostatek“.

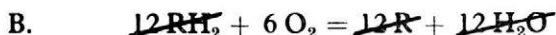
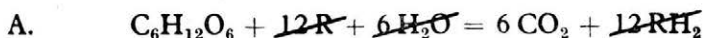
Především je nutno vysvětlit, co chápeme jako „kyslíkový nedostatek“, protože samotný termín může znít paradoxně, když rostliny jsou omývány nekonečným vzdušným oceánem, v jehož složení je 21 % kyslíku. Přesto však nejen kořeny rostlin, k nimž bývá přístup vzduchu často ztížen, ale i listy trpívají „kyslíkovým nedostatkem“.

Již na počátku minulého století veliký ruský vědec P a l l a d i n udal předpokládané schéma vnitrobuněčného dýchání, které se ukázalo geniální předpovědí a které soudobá biochemie plně potvrdila. Hlavní myšlenkou tohoto schématu je předpoklad, že v buňkách jsou jakési látky „R“, které přenášejí vodík okysličeného objektu ke konečnému akceptoru — kyslíku. Nyní jsou tyto látky ve své většině objeveny jako enzymy — dehydroázy, jejichž aktivní skupinou jsou ve většině případů deriváty vitamínů.

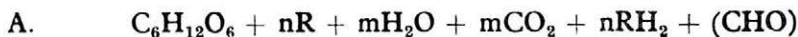
Na obr. č. 1 je uvedeno schéma tak, jak je uvedl Palladin. Toto schéma ukazuje, že k oxydaci jedné molekuly glukózy je třeba 12 částic „R“ a že při tom musí být spotřebováno 6 molekul kyslíku. Nyní si představíme, že se reakce nezúčastní 12 „R“, nýbrž nějaké množství p , přičemž p je menší než 12. Z uvedených rovnic je vidět, že v tomto případě buňka není připravena přijmout těch 6 molekul kyslíku, kterých je zapotřebí k plné oxydaci jedné molekuly glukózy; oxydační reakce se tedy účastní snížené množství kyslíku, které označíme písmenem „m“.

1

Schéma dýchání podle Palladina

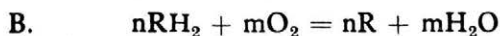


Jestliže předpokládáme, že reakce se účastní nR , kde $n < 12$, pak dostaneme



kde: $m < 6$

(CHO) = produkt neúplné oxydace

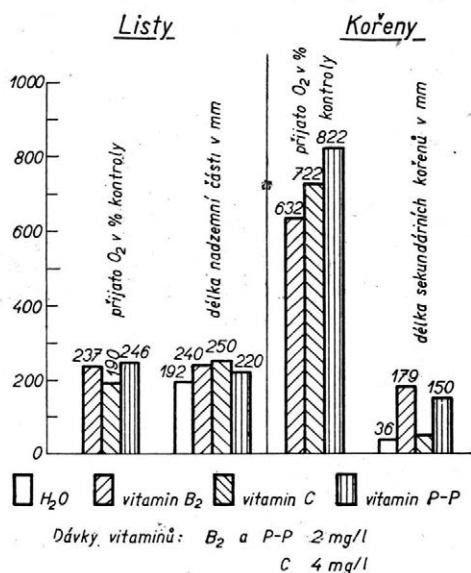
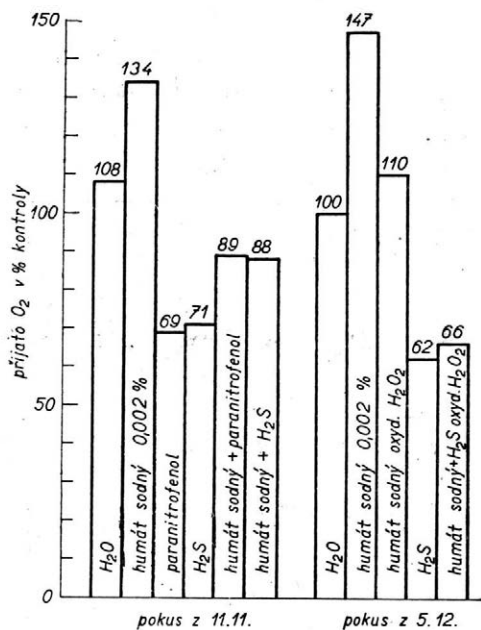


kdy: $(6-m)O_2$ = podmíněné označení vnitrobuněčného „kyslíkového nedostatku“

Je zcela jasné, že „m“ bude menší než 6 a hodnota ($6 - m/O_2$) může být chápána jako podmíněný výraz vnitrobuněčného „kyslíkového nedostatku“.

Vezmeme-li v úvahu, že dýchací procesy ve vnitrobuněčné výměně látek a energie zaujímají „klíčové“ postavení, je třeba předpokládat, že „kyslíkový nedostatek“ musí vyvolávat těžké následky, které jsou tím těžší, čím více v daném momentě rostlina potřebuje kyslík. Snížený obsah O_2 v prostředí musí svým způsobem tento nedostatek zesilovat. Logicky je možno předpokládat, že zvýší-li se v tomto momentě množství „R“, bude tím možno zvýšit schopnost k přijímání kyslíku, čili jinými slovy odstranit „kyslíkový nedostatek“, což musí aktivizovat veškerou životní činnost rostlinného organismu.

Jestliže vycházíme z dnešních představ o povaze akceptoru vodíku a složení půdního humusu, můžeme předpokládat, že jako tyto zesilovače můžeme zkoušet polyfenoly, huminovou kyselinu, která má chinoidní a polyfenolové skupiny a vitamíny B₂, C a P-P.



2. Vliv infiltrace humátem sodným a inhibitory na dýchání klíčků ječmene

3. Vliv vitamínů B₂, C a P-P na přijímání O_2 a růst klíčků ječmene

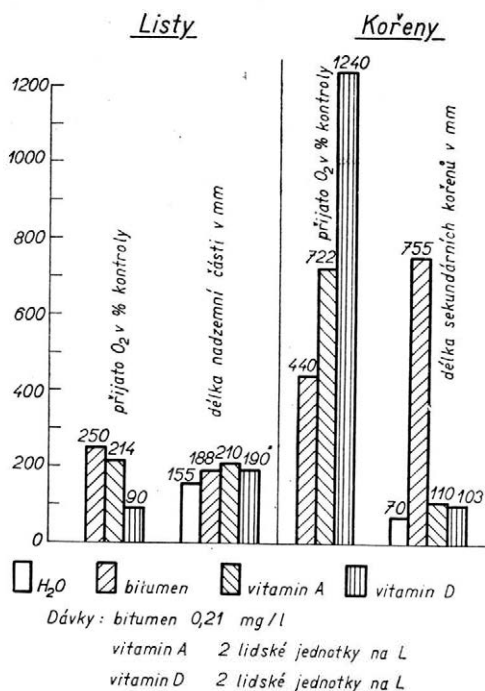
Výsledky pokusů, v nichž byly listy rostlin infiltrovány humátem sodným, vitamíny B₂, P-P a C, tyto domněnky potvrzují (obr. 2 a 3). Mimo to obrázek 2 ukazuje, že inhibitory P-nitrofenol a H_2S plně nepotlačují působení humátu sodného, což dokazuje, že v huminové kyselině jsou mimo polyfenolových skupin i jiné fyziologicky aktivní rostliny. Kromě toho z tohoto pokusu rovněž vyplývá, že fyziologická aktivita huminových kyselin souvisí s jejich organickou složkou.

Tyto a četné jiné pokusy ukázaly, že mezi vlivem těchto látek na dýchání a růst rostlin, a to zejména kořenové soustavy, jsou vzájemné vztahy.

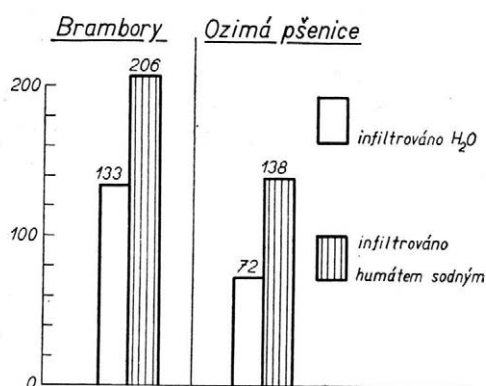
Je známo, že procesu biologické oxydace se mimo dehydráz zúčastňuje velká skupina enzymů — oxydáz, které aktivují kyslík. Podle domněnky akademika B a c h a se aktivace kyslíku dosahuje i vytvářením organických peroxydů, které

potom za účasti enzymu peroxidázy odštěpují aktivní atomový kyslík. Za vhodné k vytváření těchto peroxidů pokládal akademik Bach takové sloučeniny, které mají dvojné vazby mezi atomy uhlíku.

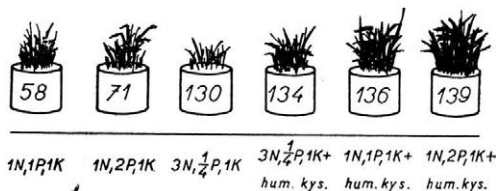
Jestliže vycházíme z Bachovy teorie, můžeme předpokládat, že na oxydační výměnu rostlin je možno působit nejen zesílením dehydrázových soustav, nýbrž i dodáváním zevně takových sloučenin, které aktivují kyslík. Z látek, které jsou součástí půdního humusu a kaustobiolitů, je třeba do této skupiny především zařazovat bitumeny a vitamíny A a D.



4. Vliv bitumenů a vitamínů A a D na přijímání O₂ a růst klíčků ječmene



5. Vliv humátu sodného na přijímání CO₂ listy (v mm³ CO₂, navážky 0,5 g)



6. Účinnost huminových kyselin při hnojení různým poměrem NPK v Hellriegelově směsi (písková kultura)

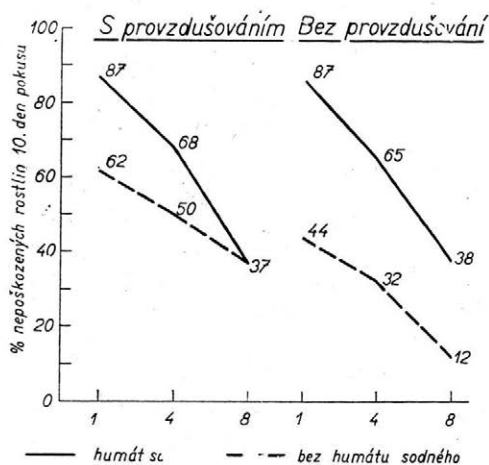
V souladu s těmito úvahami jsme založili řadu pokusů, v nichž jsme rostliny infiltrovali těmito látkami. Výsledky těchto pokusů, jejichž část je uvedena na obr. 5, tuto domněnku potvrzují.

Pokusy, v nichž jsme listy různých rostlin po 24hodinovém přechovávání ve tmě infiltrovali 0,0005% roztokem humátu sodného, ukázaly, že huminová kyselina zvyšuje intenzitu přijímání CO₂. Tento fakt je možno lehko vysvětlit na základě dnešních představ o fotosyntéze.

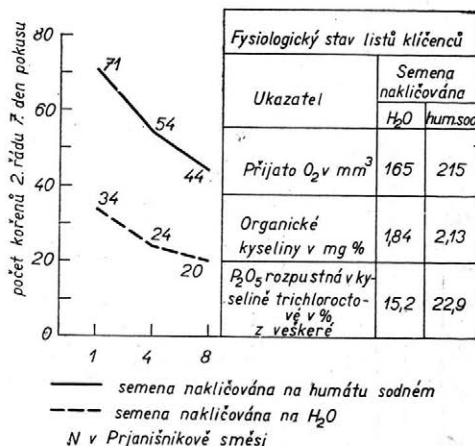
Již v roce 1947 jsme uveřejnili práci, ve které bylo dokazováno, že malé dávky humátu sodného odstraňují nepříznivý vliv velkých dávek dusíku (obr. 6). Nyní je jasné, že tyto jevy je nutno vysvětlit tím, že k přijetí velkých dávek dusíku musí rostlina spotřebovat i velké množství kyslíku. V těchto případech, kdy enzymatický aparát buňky není připraven k jeho přijetí, nebo je-li ho v okolním prostředí málo, bude rostlina bezpodmínečně trpět otravou čpavkem. Odstranit tuto otravu bude zřejmě možno jen zesílením výměny kyslíku, k čemuž je třeba využít výše uvedené fyziologicky aktivní látky.

Tato domněnka byla potvrzena četnými pokusy, z nichž jeden je názorně vidět na obr. 7 a druhý na obr. 8.

Při dlouholetém výzkumu huminových hnojiv na jihu Ukrajiny jsme zjistili, že tato hnojiva jsou zvláště účinná v letech se vzdušným suchem. Z hlediska nových poznatků je možno tento jev vysvětlit takto: sucho, zejména vzdušné, je zpravidla provázeno vysokými teplotami vzduchu. Při zvýšení teploty se zesiluje rytmus dýchání, a jestliže enzymatický aparát buňky není schopen přijmout potřebné množství kyslíku, musí u rostliny docházet ke „kyslíkovému nedostatku“, a právě jím musí rostliny trpět nejvíce. Z toho vyplývá, že rozhodujícím faktorem v boji



7. Vliv huminových kyselin na schopnost kukuřice snášet nadbytek dusíkatých sloučenin při různých podmínkách výživy kyslíkem (t^o pokusu 30—32^o, 1959)



8. Vliv naklíčení semen kukuřice na humát sodný na schopnost klíčenců snášet vysoké dávky N (1960)

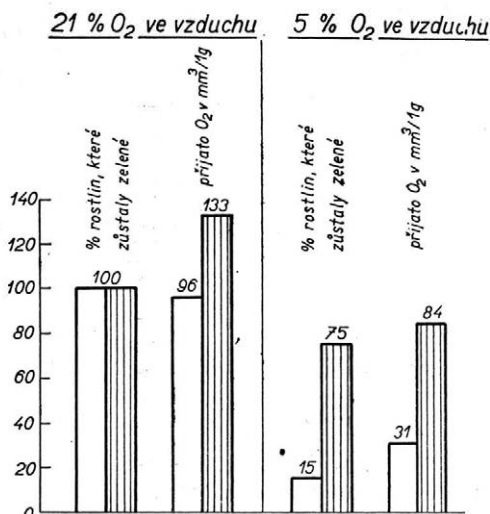
proti vzdušnému suchu je odolnost rostlin proti horku, která je určována schopností buněk přijímat zvýšené množství kyslíku. Logicky je možno předpokládat, že látky odstraňující „kyslíkový nedostatek“, k nimž v první řadě patří huminová kyselina, musí zvyšovat odolnost rostlin proti horku a tím i přispívat k tomu, aby vzdušné sucho přečkaly. Tato domněnka byla potvrzena pokusem (obr. 9), v němž rostliny infiltrované humátem sodným lépe snášely horko.

Všechny tyto příklady se týkají případů, kdy rostliny byly umístěny v patologických podmínkách. Celá řada pokusů však ukazuje, že projev „kyslíkového nedostatku“ se u rostlin často projevují i v normálních podmínkách, ale v různých etapách vývoje se projevují různým stupněm. Na obr. č. 10 je uveden jeden z pokusů, v němž rostliny dostávaly huminová hnojiva v různých vývojových etapách. Tyto pokusy prokázaly, že u rostlin jsou v tomto směru „kritická období“; u většiny rostlin jsou jimi počátek vývoje a období vytváření reprodukčních orgánů, to znamená v době, kdy v nich probíhají nejintenzivnější biochemické pochody. Je jasné, že ve všech těchto případech se rostliny nevyrovňají s vytvářením složitých organických sloučenin těch enzymatických soustav, které se zúčastní přenosu vodíku a aktivace kyslíku, a trpí „kyslíkovým nedostatkem“.

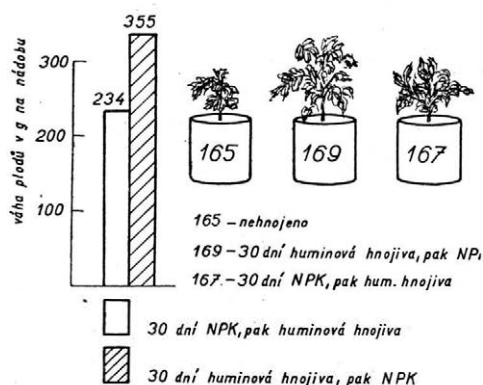
„Kyslíkový nedostatek“ dokonce způsobuje různé poruchy ve výměně látkové, takže rostlinný organismus trpí do značné míry projevy avitaminózy obdobné jako člověk. Avitaminóza, jak známo, vyvolává takové těžké nemoci, jako jsou pelagra, beri-beri, skorbit, šeroslepota aj.

Pokusy ukazují, že tak jako u člověka dodání nedostávajících se vitamínů do organismu odstraňuje tyto poruchy látkové výměny, tak dodání fyziologicky aktivních půdních látek a kaustobiolitů do rostlinných organismů tyto jevy rovněž odstraňuje; rostliny pak lépe rostou, rychleji se vyvíjejí a dávají vyšší výnosy.

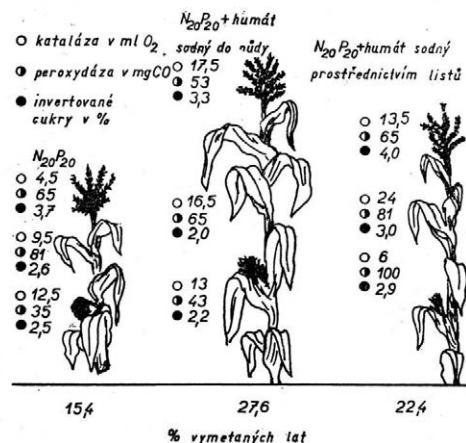
Jako příklad uvedeme pokus z roku 1961, kdy se druhá polovina roku vyznačovala značně zvýšenou teplotou a kdy přihnojení kukuřice do půdy i na list humátem sodným mělo v polních podmínkách za následek zvýšení obsahu chlorofylu, zvýšení aktivity dýchacích enzymů, zlepšení syntézy cukrů a urychlení vývoje (obr. 12, 13, 14 a 15). Toto opatření se již rozšířilo do praxe kolchozů a sov-



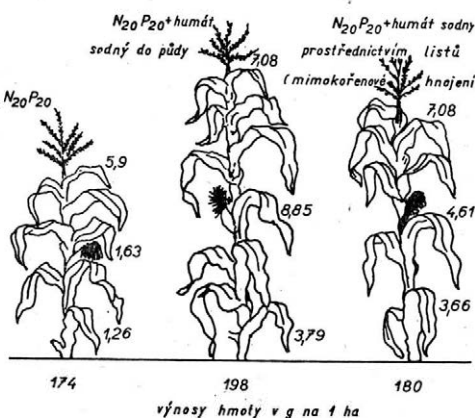
9. Vliv humátu sodného a množství O₂ na odolnost ječmene proti horku (1960). Pokusná doba 48 hodin, doba zahřívání při teplotě 45 až 50° C po 6 hodin denně



10. Účinnost huminových kyselin v závislosti na stáří rostlin (vegetační pokus v pískových kulturách)



11. Vliv humátu sodného na aktivitu enzymů u kukuřice a její vývoj (údaje z 12. 7. 1961)



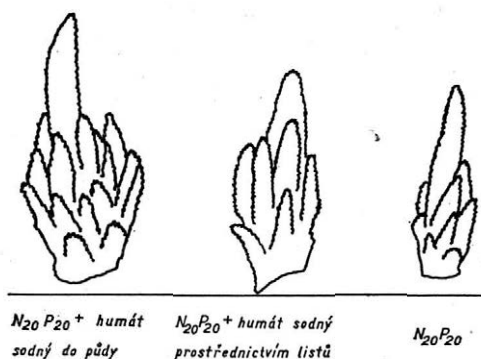
12. Vliv humátu sodného na obsah chlorofylu v listech kukuřice (mg na 1 g čerstvé hmoty). Údaje z 25. 7. 1961

chozů na Ukrajině a v Kirgizii. Zde je třeba poznamenat, že tato skutečnost, tj. efektivnost používání mimokořenového přihnojování, potvrzuje myšlenku, že přijímání ionodisperzních forem huminových kyselin rostlinami je plně možné.

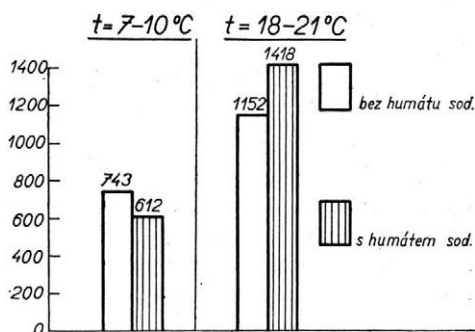
Kromě toho je důležité poznamenat, že při přihnojování rozpustnými humáty rostliny lépe využívají fosfor a ostatní minerální živiny z půdy; přitom je však zajímavé, že tato zákonitost se projevuje jen tehdy, jestliže teplota není nižší než je hranice, při níž je brzděn enzymatický aparát rostliny (obr. 15).

Způsoby doplňování fyziologický aktivních forem huminových kyselin a vitamínů

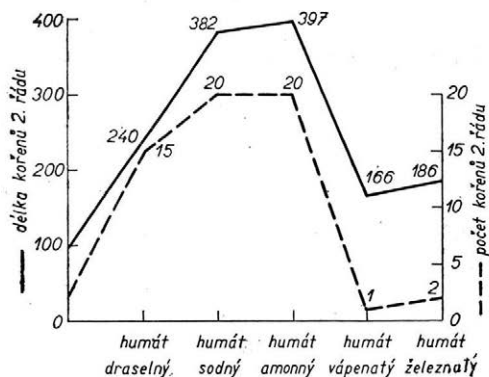
Všeobecně je známo, že různé půdy obsahují různé množství humusu, a na první pohled se zdá být paradoxním, že dokonce i černozemě reagují na huminová hnojiva. Je to možno vysvětlit tím, že fyziologicky aktivní jsou jen rozpustné humáty — soli jednomocných kovů (obr. 16), přičemž jejich účinek souvisí s jejich koncentrací. Z tabulky I je vidět, že humáty stimulují růst rostlin jen při kon-



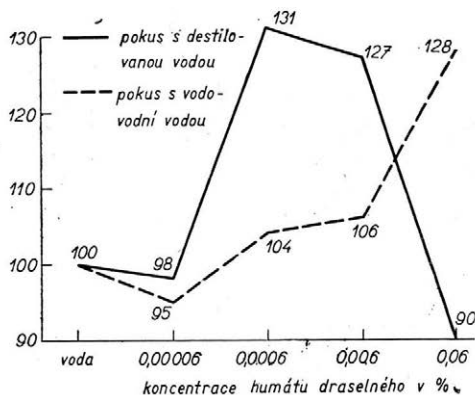
13. Vliv humátu sodného na diferenciaci zárodků laty kukuřice



14. Vliv humátu sodného na přijímání P^{32} při různých teplotě (pokus V. A. Rejtova). Počet impulsů za 1 minutu na 10 mg sušiny (průměr ze 4 pokusů)



15. Vliv různých solí huminových kyselin na růst kořenů jarní pšenice „Palestinka“



16. Vliv humátu draselného na růst kořenů v závislosti na jeho koncentraci. Délka kořenů v % kontroly

I. Mobilizace huminových kyselin v půdě pomocí NaCl a Na₂CO₃ a výnosy kukuřice

Schéma pokusu	Výnos zrna v palicích q/ha v r. 1959	mg humi- nových ky- selin roz- pustíme v 0,01 n Na OH na 100 g půdy	NH ₃ v mg na 100 g půdy	NO ₃ v mg na 100 g půdy
Kontrola	61,7	174	5,1	18,6
NaCl 0,5 g na hnízdo	71,2	220	17,0	10,7
Na ₂ CO ₃ 0,25 g na hnízdo	68,5	352	14,0	16,7

Dávka: Na — 0,01 g/e hnízdo

centraci o tisícinách a desetitisícinách procenta, kdežto desetiny procenta a vyšší koncentrace růst rostlin brzdí. Tato skutečnost určuje způsoby doplňování fyziologicky aktivních forem humusových látek. Tyto způsoby mohou být dvojí:

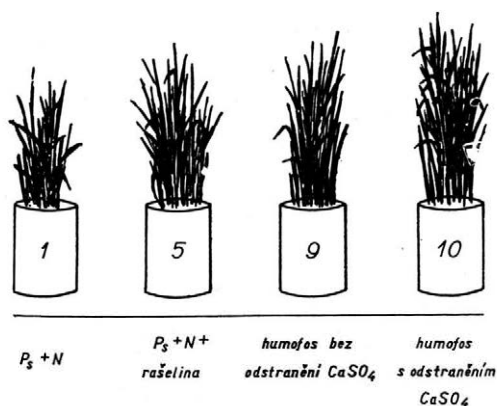
a) mobilizace, to znamená přeměna nerozpustných forem půdních huminových látek v rozpustné;

b) používání huminových hnojiv, ve kterých je určité množství huminových kyselin převedeno na rozpustné formy.

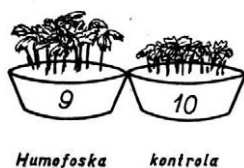
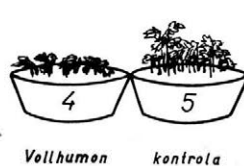
Je zcela jasné, že jak v prvním, tak i ve druhém případě je třeba používat roztoků jednomocných kovů. Zvláště perspektivní v tomto směru bude využívání čpavkové vody, která je současně též zdrojem výživy rostlin dusíkem. Nejsložitějším při řešení těchto úkolů je dávkování, protože při malých množstvích se někdy nedosáhne potřebného rozpuštění huminových kyselin a při velkých množstvích může dojít k vytvoření toxické koncentrace.

Nejdříve rozebereme výsledky pokusů, v nichž se zkoumaly otázky mobilizace půdního humusu.

Již K. K. Gedrojc věnoval pozornost tomu, že zavedení iontů sodíku do sorpčního komplexu má za následek zvýšení zeleného zbarvení rostlin a nahromadění nitrátů v půdě. Vychází ze Gedrojcových prací a výše uvedených fyziolo-



17. Vliv vápníku na kvalitu huminových hnojiv



% ve vodě rozpustných
huminových kyselin ve
Vollhumeru 8,77.
Hnojeno na nádobu 302 mg.
pH hnojiva 8,1

% ve vodě rozpustných
huminových kyselin 0,25.
Hnojeno na nádobu 80 mg.
pH hnojiva 7,2

18. Vliv koncentrace huminových kyselin a pH na účinnost hnojiv (pískové kultury, 1961)

II. Mobilizace huminových látek v půdě pomocí čpavkové vody a výnosy strniskové kukuřice

Schéma pokusu	Výnosy hmoty v q/ha, průměr za roky 1958, 1959 a 1960	mg huminových kyselin rozpustných 0,01 n NaOH na 100 g půdy	NH ₃ v mg na 100 g půdy	NO ₃ v mg na 100 g půdy
Kontrola	275	174	5,1	18,6
Přihnojení N 20, P 20 N – NH ₄ OH	324	190	6,9	16,7
Přihnojení N 20, P 20 N – NH ₄ NO ₃	311	167	4,3	25,8
Přihnojení N 20, P 20 N – NH ₄ NO ₃ + humát sodný	343	131	8,6	27,6

gických fakt, provedli jsme řadu pokusů. Do půdy jsme lokálně zapravovali čpavkovou vodu, chlorid sodný a sodu v dávce 0,01 gramekvivalentu na hnízdo.

Tyto pokusy (tabulka II a obr. 17) ukázaly, že působením těchto látek se zvyšují výnosy a v půdě vzrůstá množství rozpustných humátů, čpavků a nitrátů. Čpavková voda byla v našich pokusech účinnější než dusičnan amonný a svým účinkem se přibližovala souhrnnému účinku dusičnanu amonného a humátu sodného. Účinnost čpavkové vody bezesporu zasluhuje dalšího zkoumání, které však je třeba usměrňovat podle půdních a klimatických pásem, protože nelze zapomínat na to, že ve vlhčím pásmu může docházet ke značným ztrátám humusu se všemi z toho vyplývajících následky. Je zcela jasné, že tyto ztráty je možno snížit na minimum lokálním zapravováním uvedených hnojiv.

Druhým způsobem dodávání fyziologicky aktivních látek do půdy je hnojení půdy huminovými hnojivy. Toto hnojení má svou třicetiletou a velmi poučnou historii. Myšlenka používat huminová hnojiva patří profesorovi Dragunovovi. Technologie a používání huminových hnojiv, které se nyní vykrystalizovaly na základě fyziologických údajů, jsou:

1. Získání velmi koncentrovaných rozpustných forem humátů, například humátu sodného nebo draselného, které se používají ve velmi malých dávkách, 10 až 20 kg na hektar, s minerálními hnojivy.
2. Výroba komplexních organickominerálních hnojiv z rašeliny, hnědého a zvětralého kamenného uhlí, které budou současně zdrojem minerálních rostlinných živin a fyziologicky aktivních látek.

Sodné nebo draselné humáty lze připravovat sycením suroviny sodou do určitého stupně nebo působením teplem při teplotě 150 až 175° C se současným přidáváním potaše.

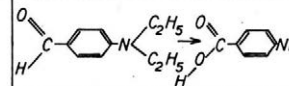
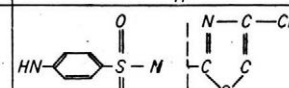
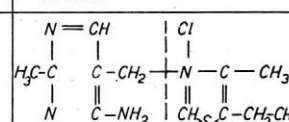
Pro výrobu komplexních organickominerálních hnojiv navrhl Dragunov ještě před druhou světovou válkou působit na rašelinu a hnědé uhlí čpavkovou vodou a kyselinou fosforečnou. Naše nejnovější práce ukázaly, že jejich účinnost lze zvýšit řízením rozpustnosti huminových kyselin do koncentrace, která má stimulující účinek. Toho lze dosáhnout řízením reakce hnojiva na pH 7,1–7,2 a dodáním určitého množství vápníku. Přebytek vápníku inaktivuje huminové kyseliny (obr. 18).

Nadměrné množství rozpustných huminových kyselin v tomto komplexním hnojivu rovněž snižuje jeho účinnost, zejména při použití v počátečních etapách vývoje rostlin.

Jako příklad uvedu pokus (obr. 19), v němž se zkoušelo rakouské hnojivo Vollhumon a sovětské Humofoska, které se od sebe zásadně liší tím, že Vollhumon

obsahuje 8 % za studena ve vodě rozpustných huminových kyselin a Humofoska jen 0,25 %. Tento pokus ukazuje, že huminových hnojiv typu Humofosky lze používat lokálně; naproti tomu taková hnojiva jako Vollhumon vyžadují jiné způsoby aplikace a může se jich používat na půdách, kde část huminových kyselin koaguluje a v půdě zůstává potřebná koncentrace rozpustných humátů.

Několik slov o doplňování vitamínů v půdě. Producenty vitamínů jsou bakterie; je tedy jasné, že hlavním zdrojem doplňování vitamínů musí být jak bakteriální hnojiva, tak i biologicky aktivní komposty. Tato hnojiva jsou však z této stránky prozkoumána jen nepatrně. Přesto máme k dispozici pokus, který ukazuje, že do půdy ke kořenům rostlin mohou být dodávány provitamíny, z nichž mohou rostliny *in vivo* vytvářet molekuly vitamínů (obr. 19).

Číslo varianty	Schéma pokusu	Průměrná délka kořenů v mm	Počet kořenů 2. řádu
I	H ₂ O	81	3
II		100	1
III		85	3
IV	Variantu II + III	140	213
V		280	255
VI	Variantu II + III + V	230	246

19. O možnosti syntézy vitamínů *in vivo* z provitamínů

Souhrn

V některých svých vývojových etapách — začátkem a v průběhu obzvláště intenzivních biochemických procesů, jakož i tehdy, jsou-li vnější podmínky podstatně vychýleny od normálu, nemohou rostliny často zvládnout syntézu složitých organických sloučenin, které jsou základními složkami oxy-redukčních fermentačních systémů. V těchto případech nebývají rostlinné buňky schopny přijímat potřebné množství kyslíku, takže rostliny trpí jeho nedostatkem.

Na ochranu proti tomu přijímají rostliny z půdy celou řadu organických sloučenin, kterých pak používají k posílení fermentačního ústrojí buňky. Podle našich údajů patří mezi tyto sloučeniny:

a) ionodisperzní formy huminových kyselin, polyfenolové, chinoidní a zřejmě i některé jiné funkční skupiny, které mají úlohu akceptorů vodíku a aktivátorů kyslíku;

b) bitumeny, u nichž za fyziologicky aktivní část molekuly nutno pokládat skupiny $-C=C-$;

c) vitamíny A, D, B₁, B₃, C a P-P.

Malé dávky rozpustných humátů vpravené do sféry kořenové výživy nebo na list přispívají k lepší tvorbě chlorofylu, bílkovin, vitamínu C, redukujících cukrů a k dokonalejšímu využití minerálních živin. To vše přispívá ke zvýšení výnosů,

k jejich zkvalitnění i k urychlenému zrání; využití těchto fyziologicky aktivních látek má tedy praktický význam.

Zásoby uvedených látek v půdě lze doplňovat různými způsoby, například:

1. regulací rozpustnosti huminových kyselin v samotné půdě tak, aby se v kořenové soustavě vytvořila koncentrace těchto kyselin se stimulačním účinkem;

2. používáním hnojiv, jejichž charakteristickým znakem je, že obsahují malé dávky rozpustných humátů. Těchto hnojiv lze používat v podobě humátu sodného, humátu amonného a Humofosky.

K výrobě hnojiv s obsahem humátů lze použít rašeliny, hnědého a zvětralého černého uhlí, jakož i uhelnatých břidlic;

3. vpravováním organických hnojiv obsahujících bitumeny a vitamíny, jakož i bakteriálních hnojiv, z nichž se tvoří fyziologicky aktivní látky. Dobrou perspektivu má mimo toho výběr levných vitamínových látek, z nichž by rostlina mohla tvořit vitamíny *in vivo*.

Došlo dne 6. 12. 1961.

Значение физиологически активных веществ почвы — гуминовых кислот, битумов и витаминов в жизни растений и пути их пополнения

На некоторых этапах своего развития — вначале и в периоды особого напряжения биохимических процессов, а также когда внешние условия резко отклонены от нормы — растения часто не справляются с синтезом сложных органических соединений, являющихся компонентами окислительно-восстановительных ферментативных систем. В таких случаях растительные клетки оказываются неподготовленными к восприятию нужного количества кислорода, и растения страдают от кислородной недостаточности.

В борьбе с этим растения усваивают из почвы ряд органических соединений, которые затем используют для усиления ферментативного аппарата клетки. К числу таких соединений по нашим данным относятся:

а) ионодисперсные формы гуминовых кислот, полифенольные, хиноидные и, по-видимому, некоторые другие, функциональные группы которых выполняют роль акцепторов водорода и активаторов кислорода;

б) битумы, у которых физиологически активной частью молекулы нужно считать группы $-C=C-$;

в) витамины А, D, B₁, B₂, С и Р—Р.

Малые дозы растворимых гуматов, внесенные в среду корневого питания или на лист, способствуют лучшему синтезу хлорофилла, белка, витамина С, редуцирующих сахаров и более полному использованию минеральной пищи. Все это приводит к увеличению урожая, улучшению его качества и ускорению созревания, следовательно, использование этих физиологически активных веществ имеет практическое значение.

Пополнение запасов этих веществ в почве может идти разными путями, а именно:

1. регулированием растворимости гуминовых кислот самой почвы с таким расчетом, что в зоне корневой системы создавалась их стимулирующая концентрация;

2. применением гуминовых удобрений, отличительной чертой которых является присутствие малых доз растворимых гуматов. Гуминовые удобрения могут применяться в виде гуматов натрия, гуматов аммония, гумофосов и гумофосок.

В качестве сырья для производства гуминовых удобрений могут быть использованы торф, бурый и выветрившийся каменный уголь, а также углистые сланцы;

3. внесением в почву органических удобрений, содержащих битумы и витамины, а также бактериальных удобрений, продуцирующих физиологически активные вещества. Кроме этого перспективным представляется подбор дешевых витаминopodobных веществ, из которых растение могло бы *in vivo* строить витамины.

Bedeutung physiologisch aktiver Bodensstoffe (Huminsäuren und Vitamine) für das Pflanzenleben und Methoden ihrer Ergänzung

In bestimmten Entwicklungsstadien — zu Beginn und im Verlauf von besonders intensiven biochemischen Prozessen sowie auch dann, wenn die Außenbedingungen wesentlich vom Normal abweichen, sind die Pflanzen oft nicht imstande die Synthese komplizierter organischer Verbindungen zu bewältigen, die zu den Grundkomponenten der Redox-Fermentationssysteme gehören. In solchen Fällen sind die Pflanzenzellen oft nicht in der Lage, die nötige Sauerstoffmenge aufzunehmen, so daß die Pflanzen an Sauerstoffmangel leiden.

Um sich dagegen zu schützen, entnehmen die Pflanzen dem Boden eine ganze Reihe von organischen Verbindungen, die sie dann zur Verstärkung des Fermentationssystems ihrer Zellen verwenden. Zu diesen Verbindungen gehören nach unseren Angaben:

a) Ionendispersionsformen von Huminsäuren, Polyphenol-, Chinoid- und offenbar auch gewissen anderen Funktionsgruppen, deren Aufgabe es ist, als Wasserstoffakzeptoren und Sauerstoffaktivatoren zu wirken;

b) Bitumina, bei denen die Gruppe —C=C— als der physiologisch aktive Bestandteil des Moleküls zu betrachten ist;

c) Vitamine A, D, B₁, B₂, C und P-P.

Im Bereich der Wurzelnahrung oder mittels Naßdüngung zugesetzte kleine Dosen von löslichen Humaten tragen zu einer besseren Bildung von Chlorophyll, Eiweißstoffen, C-Vitamin, Reduktionszuckern und zu einer vollkommeneren Ausnützung der Mineralnährstoffe bei. Das alles kann bei der Steigerung und Qualitätsverbesserung der Erträge sowie zur Beschleunigung des Reifeprozesses mithelfen; die Ausnützung dieser physiologisch aktiven Stoffe ist demnach von praktischer Bedeutung.

Den Bodenvorrat an erwähnten Stoffen kann man auf verschiedene Weise ergänzen, wie z. B.:

1. Durch Regulieren der Löslichkeit der Huminsäuren direkt im Boden und zwar derart, damit sich im Wurzelsystem eine Konzentration dieser Säuren mit stimulierender Wirkung bildet;

2. durch Verwendung von Düngemitteln, deren charakteristisches Merkmal darin besteht, daß sie kleine Gaben löslicher Humate enthalten. Diese Düngemittel können in der Form von Natrium- und Ammoniumhumat sowie von Humofos angewandt werden.

Zur Erzeugung humathaltiger Dünger kann man Torf, Braunkohle, verwiterte Steinkohle sowie auch Kohlenschiefer verwenden;

3. durch Einbringung von organischen, bitumen- und vitaminhaltigen Düngern sowie von bakterienhaltigen Düngern, aus denen physiologisch aktive Stoffe entstehen. Gute Perspektive bietet außerdem noch die Auswahl billiger vitaminhaltiger Stoffe, aus denen die Pflanze Vitamine in vivo bilden könnte.

O vlivu malého množství humusových látek na výnosy a chemické složení rostlin

О влиянии небольших количеств гумусовых веществ на урожай
и химический состав растений

**On the Effects of Small Doses of Humic Substances on Yields and Chemical
Composition of Plants**

**Über den Einfluß kleiner Humusstoffmengen auf Erträge und chemische Zusammen-
setzung von Pflanzen**

Prof. dr. A. V. PETĚRBURSKIJ, doktor zemědělských věd

*Timirjazevoa Vsesvazová akademie zemědělských věd, katedra agrochemie a bio-
chemie, Moskva*

Úloha humusu při zvyšování sorpční kapacity i ustožlivosti půdy je všeobecně známa. Význam humusových látek je veliký i jako potencionálního zdroje řady rostlinných živin (dusíku, fosforu, síry aj.) Mimo to bylo zjištěno, že humus může sloužit též jako zásoba železa pro zemědělské plodiny dokonce i za podmínek zásadité reakce půdy. Proto na četných karbonátových, humusem dobře zásobených půdách nebývá u pěstovaných rostlin pozorováno, že by trpěly chlorózou.

Vliv humusových látek na rostliny však není vyčerpán jen těmito jevy. V posledních desítilétích věnují fyziologové a agrochemici nemalou pozornost objasnění podstaty stimulačního efektu malých dávek humátů na výživu a růst plodin. Protože se v těchto pokusech používají velmi nepatrná množství těchto látek, nelze na ně pohlížet jako na doplňující zdroj výživy rostlin dusíkem a uhlíkem. Autor předpokládá, že vedle ostatních hledisek nelze pouštět ze zřetele ani adsorpční vlastnosti humusu, zejména zapravují-li se se semeny nebo ve směsi s minerálními hnojivy.

Již dávno bylo zjištěno, že výměnná sorpční kapacita jemně dispergovaných organických částic půdy je asi desetkrát větší než částic minerálních. Proto může místní zapravení humusu významně změnit koncentraci iontů v blízkosti klíčících semen, což je pro počáteční vývoj mladých vzházejících rostlinek velmi důležité.

Vodní jímavost humusu je rovněž mnohem větší než vodní jímavost minerálních částic půdy, a to je pro vytvoření příznivých podmínek pro klíčení a počáteční růst plodin rovněž důležité. Rostliny, které na počátku období svého růstu zesílí, lépe využívají úrodnosti půdy, rychleji se vyvíjejí a ve srovnání s rostlinami, které na počátku svého života trpěly nepříznivými podmínkami, zajišťují vyšší výnosy.

*) Referát, přednesený na sympoziu Humus a rostlina.

Experimentální část

Autor v různých letech založil vegetační a polní pokusy, které měly objasnit vliv umělé huminové kyseliny (získané ze sacharózy, na kterou se působilo roztokem koncentrované kyseliny solné podle Barthela a Andreho), humátů sodných (získaných z černozemní půdy a rašeliny) a humusu (vzniklého rozkladem chlévské mrvy nebo kompostu s mrvou).

V letech 1929 až 1931 byly při zkoumání vlivu nepříznivých podmínek reakce prostředí (*pH*) na růst hrachu ve vodní, pískové a půdní kultuře zařazeny do pokusů varianty s různými adsorbenty ke zvýšení ustojčivosti prostředí. Mezi těmito variantami byla i umělá huminová kyselina. Avšak při použití 40 g umělé huminové kyseliny na nádobu při *pH* 4 u Hansteen-Crannerovy směsi (vodní kultura) nebylo zlepšení růstu hrachu zaznamenáno. Není vyloučeno, že tato dávka byla příliš vysoká. Níže jsou uvedeny údaje, které to potvrzují.

V pískové kultuře, kterou neustále protékal zředěný roztok téhož složení, zvýšil se po přidání 0,25 % těže huminové kyseliny (20 g na 8 kg písku) podstatně výnos hrachu při *pH* 4 a byl vyšší než při reakci, která se blíží neutrální (tabulka I).

I.

<i>pH</i>	Bez přidání huminové kyseliny				S přidáním huminové kyseliny
	4	5	6	7,5	4
Váha na vzduchu vyschlé hmoty (v g na nádobu)	10,0	15,4	22,9	22,6	27,9

V souběžném pokuse se zkoušely dávky huminové kyseliny při různých *pH*. Výsledky dokazují, že příznivý účinek tohoto přípravku se projevoval pouze při krajních hodnotách *pH* (nejkyselejším a slabě zásaditým) a jen při minimálních dávkách huminové kyseliny (tabulka II).

II.

<i>pH</i>	4	4	4	4	6	6	6	7,5	7,5	7,5	7,5
Dávky huminové kyseliny (v g na nádobu)	—	15	45	130	—	15	45	—	15	45	130
Váha na vzduchu vyschlé hmoty hrachu (v g na nádobu)	19,5	33,0	24,8	19,8	24,5	26,0	23,2	6,0	19,0	15,4	9,3

Rozdíl mezi hodnotami *pH* vtékajících a vytékajících roztoků nepřesahoval 0,2. Z toho vyplývá, že vliv huminové kyseliny není možno vysvětlit vyrovnáváním reakce v krajních hodnotách *pH*.

Rozbor roztoků protékajících pískem v nádobách jak s rostlinami, tak zejména bez nich (při používání těchto dávek huminové kyseliny) ukázal, že tato sloučenina poměrně silně pohlcuje ionty kyseliny fosforečné a velmi značně ionty draslíku. Můžeme proto předpokládat, že použitím huminové kyseliny se podstatně mění (následkem adsorpční schopnosti) podmínky výživy v nádobách.

V pokusech s půdními kulturami na hlinitopísčité drnopodzolové a hlinité černozemní půdě s hodnotami *pH* upravenými přidáním různých dávek kyseliny sírové nebyla při použití různých dávek huminové kyseliny (od 0,1 do 1,0 %) skutečně konstatována zákonitá změna v růstu ječmene a hrachu. Tuto skutečnost lze vysvětlit obsahem humusu v těchto půdách a jejich výměnnou sorpční schopností, kterou neměl písek v předcházejících pokusech.

Dávky humátů sodných získaných ze slatinné rašeliny a černozemě byly zkoumány ve vodní kultuře kukuřice v roce 1958 v Hellriegelově živném roztoku. Do pokusů byla mimo jiné zařazena varianta s francouzským přípravkem „Humatrex“. Výsledky jsou patrné z tabulky III.

III.

Dávky humátů (v mg na 1 litr)	Váha suché hmoty (v g na nádobu)	Obsah v sušině při sklizni v %					
		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		ve stéblech	v listech	ve stéblech	v listech	ve stéblech	v listech
Živná směs (základ)	144,4	0,55	0,93	0,23	0,49	4,31	3,72
Živná směs + humát							
z půdy 0,25	132,6	0,50	0,83	0,24	0,46	4,03	3,03
0,50	112,9	0,42	0,97	0,26	0,47	3,87	3,54
1,00	113,4	0,50	0,81	0,21	0,39	3,97	2,91
Živná směs + humát z rašeliny							
0,25	149,0	0,45	0,85	0,29	0,44	4,14	3,21
0,50	117,8	0,62	0,93	0,34	0,51	5,06	4,12
1,00	143,8	0,45	0,77	0,27	0,47	4,17	2,73
Živná směs + Humatrex							
0,25	115,7	0,53	0,86	0,30	0,52	3,85	2,48
0,50	110,4	0,54	0,71	0,20	0,50	3,78	2,47
1,00	113,6	0,45	0,78	0,30	0,49	2,98	2,53

Jak je z uvedených údajů vidět, bylo nepatrné zlepšení růstu kukuřice znamenáno jen při minimální dávce humátu sodného z rašeliny. Vyšší dávky tohoto přípravku a všechny dávky ostatních dvou přípravků působily již na růst rostlin nepříznivě. Celkový obsah dusíku, kyseliny fosforečné a draslíku v listech a stéblech kukuřice se při snížení výnosu zpravidla poněkud zvyšoval: výrazněji se to projeвило na P₂O₅.

Polní pokusy

V následujících polních pokusech a vegetačních pokusech se humusu zpravidla používalo k lokálnímu (místnímu) hnojení, tzn. bez rovnoměrného promíšení s veškerou hmotou ornice na poli anebo s celou navázkou půdy v nádobě. Humus se zapravoval do blízkosti semen, hlíz a sazenic (polní a vegetační pokusy se konaly ve třech až čtyřech opakováních).

V roce 1950 se humus nalepoval na semena cukrovky (400 % váhy semen). Pokus byl založen na dobře zkulturněné, neutrální, lehčí hlinité půdě, která byla bohatě vyhnojena mrvou a minerálními hnojivy zapravovanými při orbě. Přírůstek výnosu bulv po hnojení humusem dosáhl 16 % a výnos cukru se ve srovnání s kontrolou zvýšil o 15,7 %.

V letech 1954 a 1955 byly polní pokusy provedeny se zelím, bramborami a kuřicí. V pokusu se zelím na středně zkulturněné, slabě kyselé drnopodzolové půdě kolchozu „Leninský prapor“ v Moskevské oblasti se při vysazování sazenic zapravovalo do důlků 1,7 g N (ledek amonný), 1,95 g P_2O_5 (značený superfosfát) a 2,8 g K_2O (chlorid draselný); hnojiva byla promíšena s humusem (50 g na důlek v poměru 1 díl solí na 2,5 dílu humusu).

U mladých listů se pravidelně zjišťovalo pronikání P^{32} . Sklizené hlávky byly analyzovány na obsah bílkovin a P_2O_5 . Údaje o výnosech a rozbořech jsou uvedeny v tabulce IV.

IV.

Hnojení	Průměrná váha hlávka (v kg)	Obsah v sušině v %		Postup P^{32} do mladých listů (v tisících impulsů za minutu na 1 g sušiny) (bez opravy na rozpad)			
		bílkovin	P_2O_5	červen		červenec	
				15.	27.	12.	26.
Nehnojeno	0,99	11,35	0,57	—	—	—	—
NPK	1,55	18,30	0,65	1,8	6,8	7,2	3,2
NPK + humus	1,82	13,40	0,64	1,9	8,8	7,2	4,2

Tyto údaje dokazují, že humus zvyšoval účinek minerálních hnojiv a částečně zesiloval postup značeného fosforu do listů.

Při širším poměru mezi minerálními hnojivy a humusem není však postup značeného fosforu do rostlin podporován, ale naopak je brzděn. Bylo to dokázáno na pokusech s brambory. První pokus byl založen na slabě kyselé hlinitopísčité půdě ve Výzkumném ústavu bramborářském (Moskevská oblast). Společně s hlízy se při sázení zapravovalo po 1 g P_2O_5 (5 g granulovaného značeného superfosfátu) a po 150 g (30 q/ha) kompostu z chlévské mrvy a rašeliny (1 : 3). Relativní aktivita superfosfátu činila 42,7 mikrocurie na 1 g, takže na jeden důlek připadalo po 213,5 mikrocurie P^{32} . Při zpracování půdy před sázením se hnojilo (v kg/ha): 30 kg N (ledek amonný), 40 kg P_2O_5 (superfosfát) a 40 kg K_2O (chlorid draselný). Výsledky pokusu jsou uvedeny v tabulce V.

V.

Hnojení		Výnos hlíz (q/ha)	Obsah škrobu (%)	Výtěžek škrobu (q/ha)	Postup P ³² /impulsů za 1 min. na 200 g sušiny) (bez opravy na rozpad)				
při zpraco- vání	při sázení				10. července	25. července		2. srpna	
					listy a lodyhy	listy	lody- hy	listy	lody- hy
Ne- hnojeno		148,1	19,2	28,4	—	—	—	—	—
NPK	P	159,3	19,5	31,1	682	762	764	686	686
NPK	P+ kompost	161,0	19,1	30,8	674	760	763	680	689

Hnojení kompostem tedy prakticky neovlivnilo ani jeden z ukazatelů.

V jiném pokuse na dobře zkulturněné hlinitopísčité půdě ve Vorosilovově kolchoze (Moskevská oblast) se při sázení brambor hnojilo superfosfátem nebo humusem a superfosfátem ve dvou dávkách v poměru 1 : 10. Humusem byl zcela rozložený kompost z rašeliny a fosforitové moučky. Během vegetace byly rostliny třikrát zavlaženy v brázdách odpadovou vodou (z kanalizace), která byla velmi bohatá na živiny. Proto účinek hnojení při sázení byl nepatrný (+ 4,2 %).

Pravidelná radiometrická měření aktivity listů ukázala, že humus snižoval (zejména v počátečních fázích růstu) příjem značeného fosforu rostlinami (tabulka VI).

VI.

Hnojení	Postup P^{32} do listů (v tisících impulsů za 1 minutu na 1 g sušiny)				
	červen		červenec		
	18.	29.	3.	10.	20.
2 g P_2O_5 (10 g superfosfátu)	1,3	1,6	2,0	2,9	3,9
Totéž + 100 g humusu	0,8	1,0	2,2	2,3	3,5
4 g P_2O_5 (20 g superfosfátu)	1,5	1,8	2,2	2,8	3,7
Totéž + 100 g humusu	1,3	1,8	2,2	2,3	3,5

Pokus s kukuřicí byl založen na vápněné hlinitopísčité půdě ve školním hospodářství Balašicha (Moskevská oblast). Při čtvercově hnízdovém setí se hnojilo granulovaným superfosfátem, značeným $Na_2HP^{32}O_4$, v dávce 1 g P_2O_5 a 172 mikrocurie P^{32} na 1 hnízd. Ve druhé variantě byla k superfosfátu přidávána neutrální slatinná rašelina (250 g). Dusíkatá a draselná hnojiva, jimiž se přihnojovalo, se zapravovala do půdy mezi řádky. Zjišťování radioaktivity listů ukázalo, že rašelina brzdila přijímání značeného fosforu, ačkoli zvyšovala váhu rostlin. Použitá dávka značeného fosforu byla pro kukuřici škodlivou (tabulka VII).

VII.

Hnojení do hnízd	Váha suchých rostlin (v g na 1 hnízdo)		Přijímání P ³² (v tisících impulsů za 1 min. na 200 g sušiny)		
	bez P ³²	s P ³²	28. června	5. července	17. července
Superfosfát	551	445	3,8	3,4	1,9
Totéž + rašelina	672	473	3,3	3,0	1,2

Později, v letech 1956 až 1958, bylo s kukuřicí provedeno ještě několik pokusů, z toho jeden v Timirjazevojově akademii na téže půdě jako dřívější pokus s cukrovkou. Minerální hnojiva před setím byla do půdy zapravena kultivátorem. Při setí se do hnízd přidávalo po 50 g humusu a vápno v dávkách 0,01, 0,025 a 0,05 hydrolytické kyselosti; vápno bylo značeno Ca⁴⁵. Pravidelně se zjišťovala radioaktivita nadzemní hmoty. Při sklizni byl zjišťován ve vegetační hmotě vápník a v palicích dusík. Rostliny se sklízely na počátku mléčné zrajelosti. Výsledky jsou uvedeny v tabulce VIII.

VIII.

Varianty pokusu	Váha při sklizni (ze 20 hnízd, kg)		Obsah v % sušiny při sklizni		Celková radioaktivita (v tisících impulsů za 1 minutu na veškerou sledovanou hmotu)						
	cel- kem	z toho pa- lice	Ca	N	23. VII.	9. VIII.	28. VIII.	20. IX.			Cel- kem v 2 rostl.
					listy			listy	pa- lice	cel- ková hmo- ta	
Kontrola	3,54	0,72	0,35	3,48	—	—	—	—	—	—	—
Humus	6,83	1,73	0,35	3,26	—	—	—	—	—	—	—
Totéž + vápno 0,01 (30,7 μ c Ca ₄₅)	6,96	1,90	0,42	2,80	7,6	10,2	8,5	6,2	7,2	70,9	110,1
Vápno po 0,01 (30,7 μ c Ca ₄₅)	4,07	0,80	0,34	2,98	3,9	7,6	7,2	4,9	3,6	41,4	68,6
Humus + vápno po 0,025 (76,7 μ c Ca ₄₅)	7,76	2,20	0,36	2,52	7,5	13,0	7,2	7,5	7,4	86,2	129
Vápno po 0,025 (76,7 μ c Ca ₄₅)	4,66	0,93	0,41	2,88	3,6	6,3	6,8	4,2	4,0	51,9	76,8
Humus + vápno po 0,05 (153,3 μ c Ca ₄₅)	6,89	2,10	0,32	2,52	6,9	17,5	13,0	12,2	10,0	77,0	136,6
Vápno po 0,05 (153,3 μ c Ca ₄₅)	3,31	0,68	0,27	2,79	7,4	8,8	8,5	9,2	2,7	29,7	66,3

Jak je z těchto údajů vidět, měl humus na výnosy kukuřice větší vliv než vápno. Humus celkově příznivě působil na přijímání značeného vápníku rostlinami. Třebaže relativně nejvyšší obsah dusíku v palicích byl v kontrolní variantě, výpočet ukázal, že absolutní nahromadění tohoto prvku se působením vápníku měnilo málo, ale jeho obsah se znatelně zvyšoval ve všech variantách s přidáním humusu, s čímž souvisí i zvyšování výnosu palic (tabulka IX).

IX.

Obsah dusíku v g	2,08	4,87	4,73	2,12	4,94	2,19	4,44	1,48
Varianta pokusu	kontrola	humus	humus + vápno po 0,01	vápno	humus + vápno po 0,025	vápno po 0,025	humus + vápno po 0,05	vápno po 0,05

V Mongolské lidové republice bylo založeno pod našim vedením několik pokusů s kukuřicí na tmavě kaštanové půdě v suché oblasti, vyznačující se velmi krátkou vegetační dobou (91 dní). Při výnosu zelené hmoty s palicemi ve fázi mléčné zralosti v kontrole (nehnojené) 93 q/ha se výnos po hnojení 50 g humusu do každého hnízda (což odpovídá 10 q/ha) zvýšil o 17 q/ha. Současně stoupl obsah hrubého proteinu v palicích o 0,78 % a v zelené hmotě o 0,1 %. Zaorávka desetinasobně vyšší dávky humusu zvyšovala výnos o 23 q/ha, což jen o málo předčí účinnost nízké dávky.

Vegetační pokusy

V týchž letech byly zakládány vegetativní pokusy i v Timirjazeově akademii. Byl v nich zjišťován vliv malých dávek humusu na účinnost hnojení NPK. Pokus s ovsem byl založen na silně kyselé slabě hlinité půdě (pH 4,5) na lesnické stanici akademie. Skleněné nádoby obsahovaly 5,3 kg suché zeminy. Váhový poměr mezi minerálními hnojivy a humusem činil 0,85. Do pokusů byly zařazeny i varianty s vápněním 0,1 normy hydrolytické kyselosti půdy. Všechna hnojiva (po předběžném promíchání) byla vpravována do jedné desetiny objemu půdy v horní části nádoby. Použitý superfosfát a vápno byly značené, což umožnilo radiometricky zjišťovat, jak rostliny přijímají P^{32} a Ca^{45} . Na 1 nádobu bylo používáno 75 mikrocurie P^{32} a 52 mikrocurie Ca^{45} . Výsledky pokusů jsou názorně vidět z tabulky X.

X.

Varianty pokusu	Váha zrn v g na nádobu	Obsah ve hmotě při sklizni					
		v zrně mg na nádobu		v tisících imp. za 1 min. v celkové hmotě			
		N	P_2O_5	P^{32}		Ca^{45}	
				v zrně	ve slámě	v zrně	ve slámě
Nehnojeno	4,95	111,3	43,4	—	—	—	—
NPK	14,07	492,8	174,4	43,05	19,00	—	—
NPK + humus	15,32	528,7	185,4	40,60	15,75	—	—
NPK + vápno	16,17	590,4	179,4	50,29	15,98	31,73	—
NPK + humus + vápno	17,40	584,5	212,2	55,51	14,43	107,88	—

Plné minerální hnojení zvyšovalo výnos zrna více než trojnásobně. Humus a vápno odděleně i dohromady zvyšovaly účinek NPK, přičemž vliv CaCO_3 byl výraznější než účinek humusu, což je na tak silně kyselé půdě plně pochopitelné. Obsah dusíku v zrně působením vápna vzrůstal a obsah fosforu se zvyšoval působením humusu. Použitý humus obsahoval: veškerého dusíku 1,27 % a veškeré P_2O_5 1,25 %. Do každé nádoby ho bylo dodáváno 7,4 g, což činilo 90 mg N a stejné množství P_2O_5 . Soudíme-li podle obsahu těchto živin v zrně, byla jich z humusu využita jen část. Vápno zlepšovalo přijímání značeného fosforu ze superfosfátu, kdežto humus jeho přijímání snižoval. Přijímání značeného vápníku bylo naopak společným použitím vápna a humusu podporováno.

Podrobnější údaje o průběhu přijímání P^{32} a Ca^{45} ovšem jsou uvedeny v tabulce XI.

XI.

Varianty pokusu		Přijímání radioizotopů rostlinami ovsa ve vegetačním období (v tisících impulsů za 1 min. na 1 g sušiny)				
		11. června	9. července		9. srpna	
		celková hmota	zrno	sláma	zrno	sláma
NPK	P^{32}	78,2	7,74	3,79	3,06	0,81
NPK + humus	P^{32}	71,5	7,48	3,82	2,65	0,70
NPK + humus + vápno	P^{32}	76,2	7,99	4,39	3,19	0,63
	Ca^{45}	1,23	0,79	1,21	0,36	3,39
NPK + vápno	P^{32}	75,6	7,35	3,65	3,11	0,73
	Ca^{45}	3,69	0,84	1,21	0,50	3,34

Z těchto údajů lze učinit závěr, že humus poněkud brzdil přijímání P^{32} rostlinami, zejména v počátečním období sledování. V menším měřítku je to možné říci i o vápníku.

K prověření těchto jevů byl na téže půdě proveden jiný pokus se stejnou plošinou. Při hnojení NPK (se značeným superfosfátem) byly zkoušeny dvě dávky humusu a rašeliny (popsané již při polním pokusu s kukuřicí): 100 % a 400 % váhy hnojiv NPK. Údaje o sklizni a průběhu přijímání P^{32} nadzemní částí ovsa jsou shrnuty v tabulce XII.

XII.

Varianty pokusu		Váha (v g na nádobu) v suchém stavu		Počet imp. v tisících za 1 min. na 1 g sušiny přepočítáno na výchozí aktivitu — 20. VI.					
				20. června		11. července		31. srpna	
		zrno	sláma	nadzemní hmota	stěbla	listy	zrno	stěbla	listy
NPK		14,95	15,93	7,01	7,28	1,50	3,17	1,29	3,13
NPK + humus (100 %)		17,25	12,95	7,10	1,35	1,36	3,21	1,04	2,55
NPK + humus (400 %)		21,30	16,77	7,82	2,28	—	3,80	1,04	2,36
NPK + rašelina (100 %)		17,83	15,48	7,12	1,18	1,76	3,09	1,19	2,26
NPK + rašelina (400 %)		15,28	12,65	6,24	1,13	1,71	5,33	1,00	1,53

Tyto údaje ukazují, že výnos se zvyšoval při obou dávkách humusu, ale jen při první dávce rašeliny. V době dozrávání obsahoval oves ve všech orgánech poněkud menší množství značeného fosforu ve variantách hnojených humusem a zřetelně méně při hnojení rašelinou, zejména při zvýšené dávce.

V pokuse provedeném na téže půdě s červeným jetelem snižovalo hnojení první dávkou humusu poněkud přijímání značeného vápníku v počátečních fázích růstu rostlin, ale zvyšovalo výnos a obsah (odebírání) dusíku a fosforu (tabulka XIII).

XIII.

Varianty pokusu	Váha suché nadzemní hmoty (g)	Obsah v zrně (mg)		Počet impulsů v tisících na 1 g sušiny za minutu	
		N	P ₂ O ₅	19. června	20. července
Nehnojeno	5,57	55,7	16,0	—	—
PK + vápno, 0,1 hydrolyt. kyselosti (52μc, Ca ₄₅)	6,55	75,2	21,4	15	13
Totéž + humus (2,1 g)	7,00	97,5	28,5	13	14

Podobné výsledky byly získány v pokuse s červenou řepou, který byl na hlinité půdě školního hospodářství Otradnoje (Moskevská oblast) s pH 4,5. K plnému minerálnímu hnojení se značeným superfosfátem (75 mikrocurie P³² na nádobu) bylo přidáváno 14,7 g humusu (300 % váhy minerálních hnojiv). Vápnem se hnojilo v dávce 0,25 hydrolytické kyselosti půdy; jeho vliv se však ještě v prvním roce neprojevil. Humus rovněž růst nepodporoval a mírně brzdil přijímání značeného fosforu rostlinami řepy v počátečním období jejich vývoje (tabulka XIV).

XIV.

Varianty pokusu	Váha bulvy (g na nádobu)	Obsah cukru %	Obsah vitamínu C (v mg %)	Přijímání P ³² listy (v tisících imp. za 1 min. na 1 g sušiny)				
				červen		červenec		srpen
				21.	28.	10.	26.	20.
Nehnojeno	33,4	9,68	5,38	—	—	—	—	—
NPK	127,8	8,12	5,60	5,62	3,24	2,17	0,96	0,22
NPK + humus	112,8	10,16	5,54	4,76	3,21	2,58	1,20	0,21
NPK + vápno	123,4	8,54	4,97	6,32	4,48	2,46	1,54	0,36
NPK + vápno + humus	126,8	11,02	4,75	—	4,94	2,07	1,25	0,28

Zpomalené přijímání Ca⁴⁵ při hnojení humusem jsme pozorovali i v pokusech s konopím. V prvním z nich (písková kultura v Hellriegelově směsi) jsme použili dvojnásobné dávky humusu (podle poměru k váze solí) a Ca⁴⁵Co₃. Za 50 dní jsme zjišťovali radioaktivitu listů a lodyh, jak uvádí tabulka XV.

Zřetelně vyjádřený pokles přijímání značeného vápníku při dvojnásobné dávce humusu byl patrný zejména na lodyhách.

XV.

Varianty pokusu	Počet impulsů v tisících za 1 minutu na 20 kg sušiny (s opravdovou na rozpad)	
	listy	lodyhy
Hellriegelova směs : humus = 1 : 2 + vápno (12 μ c Ca ⁴⁵)	13,93	3,99
Hellriegelova směs : humus = 1 : 4 + vápno (24 μ c Ca ⁴⁵)	14,95	4,61
Hellriegelova směs : humus = 1 : 4 + vápno (12 μ c Ca ⁴⁵)	1,44	0,39

Další pokus s konopím byl proveden na kyselé hlinité půdě s pH 4,6 ve školním hospodářství Dubki (Moskevská oblast). Vápnem se hnojilo v dávce 0,5 hydrolytické kyselosti půdy a humusem v témž množství jako vápnem, tj. 6 g na nádobu. Ve vápně jsme dávali 50 mikrocurie Ca⁴⁵. Výsledky jsou uvedeny v tabulce XVI.

XVI.

Varianty pokusu	Váha suché hmoty (v g na nádobu)	Počet impulsů/min. na 200 mg				Obsah Ca v mg na 200 g sušiny		
		za 20 dní	při sklizni (sušiny)			vrchol- ků	listů	lodyh
			vrchol- ků	listů	lodyh			
Nehnojeno	3,74	—	—	—	—	1,2	1,4	1,6
Základ (Hellriegelova směs)	4,55	—	—	—	—	1,6	1,8	2,2
Základ + vápno	8,57	50	923	1074	1822	1,9	2,2	3,4
Základ + humus + 50 μ c Ca ⁴⁵	7,72	56	1015	2211	3750	2,0	3,0	4,1
Základ + humus + vápno	8,62	55	980	1950	2980	2,1	2,5	3,8

Vápnem i humus podstatně zvyšovaly výnosy. Při smíchání vápna s humusem však bylo pozorováno částečné snížení příjmu značeného vápníku. Dokázáno to bylo chemickým zjištěním vápníku v různých orgánech rostlin.

Naše vegetační pokusy tedy ukazují, že humus mimo příznivého vlivu na růst rostlin brzdí přijímání iontů vápníku a fosforu rostlinami. Tento jev je pravděpodobně podmíněn vysokou adsorpční schopností humusu.

Závěrem se zastavíme ještě u jednoho pokusu s kukuřicí, v němž se humusem hnojilo ve směsi s kombinovaným hnojivem nitrofoskou nebo s ekvivaletní směsí jednoduchých hnojiv na tmavě kaštanové půdě z Mongolska, o které již byla zmínka výše (pH 7,92) — viz tabulku XVII.

Varianty pokusu	Váha suché hmoty (v g na nádobu)	Obsah v % v sušině při sklizni kukuřice					
		N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
		stébła	listy	stébła	listy	stébła	listy
Nehnojeno	59,7	0,88	0,77	0,35	0,38	4,44	2,87
Nitrofoska	237,0	1,63	1,20	0,24	0,35	2,85	2,60
Nitrofoska + humus 1 : 2	273,0	0,78	1,25	0,18	0,26	2,21	2,75
NPK	194,0	0,83	0,80	0,29	0,30	1,94	1,86
NPK + humus 1 : 2	200,0	0,50	0,38	0,31	0,29	2,68	1,77
Humus (18,7 g na nádobu)	76,3	1,10	1,05	0,32	0,37	4,23	2,80
Humatrex (48 mg na nádobu)	78,7	0,84	0,84	0,24	0,30	2,79	2,62

Údaje této tabulky dovolují předpokládat, že humus a dříve uváděný Humatrex zvyšují výnosy kukuřice. Účinek humusu je ještě vyšší, jestliže se přidává k minerálním hnojivům, zejména kombinovaným. Obsah živin v rostlině se však působením humusu zpravidla snižuje.

Souhrn

1. Ve fyziologických pokusech jsme již před 30 lety dokázali zlepšený růst hrachu při kyselé reakci živného roztoku po hnojení umělou huminovou kyselinou získanou ze sacharózy. Tento účinek připisujeme adsorpční schopnosti huminových látek, které zvyšují ustojivost roztoku a snižují jeho koncentraci.

V půdních kulturách jsme tento účinek huminové kyseliny nezjistili.

2. V dalších polních a vegetačních pokusech na drnopodzolových půdách různého mechanického složení a různé kyselosti s cukrovkou, červenou řepou, zelím, kukuřicí, brambory, ovsem, jetelem a konopím jsme zkoušeli malé dávky humusu, rašeliny a humátů sodných. Tyto látky jsme zapravovali buď do blízkosti semen nebo ve směsi s minerálními hnojivy a vápnem. V řadě pokusů jsme použili radioaktivních izotopů P³² a Ca⁴⁵, což umožňovalo sledovat postup přijímání značených fosfátů a vápníku rostlinami.

3. Naše pokusy ukázaly, že malé dávky humusu zapravovaného ve směsi s minerálními hnojivy lokálně (se semeny, hlízami a sazenicemi) mají zpravidla dobře patrný příznivý vliv na výnosy plodin. V počátečním období růstu však bylo často zaznamenáno zpomalené přijímání fosfátů a vápníku rostlinami z použitých minerálních hnojiv následkem působení humusu a zejména rašeliny.

Tento jev je pravděpodobně důsledkem adsorbce. Později, v souladu se stupněm rozkladu organických látek, se může přijímání těchto iontů dokonce zvýšit, což má nakonec příznivý vliv na změny chemického složení sklizně.

4. Tytéž dávky humusu, promíchané rovnoměrně s tlustší či slabší vrstvou půdy, nemají zpravidla v podstatě příznivý vliv na rostliny.

5. Humát sodný nebyl tak účinný jako humus. Jedinou vlastností humusu není však pouze být zdrojem živin pro rostliny.

6. Předpokládáme, že adsorpční vlastnosti organických látek typu humusu hrají důležitou úlohu ve výživě rostlin. Zesiluje se ustožčivost půdy poblíž klíčících semen, zmenšuje se škodlivý účinek vysoké koncentrace různých iontů a zlepšuje se vodní režim prostředí na počátku růstu plodin.

Došlo dne 6. 12. 1961.

О влиянии небольших количеств гумусовых веществ на урожай и химический состав растений

1. В физиологических опытах нами было уже 30 лет назад показано улучшение роста гороха, при кислой реакции питательного раствора, от внесения искусственной гуминовой кислоты, полученной из сахарозы. Мы относим этот эффект к адсорбционной способности гуминовых веществ, что повышает буферную способность раствора и уменьшает его концентрацию.

В почвенных культурах положительного действия этой гуминовой кислоты тогда не было обнаружено.

2. В последующих экспериментах, вегетационных и полевых, поставленных на дерново-подзолистых почвах разного механического состава и различных по кислотности, с выращиванием сахарной свеклы, столовой свеклы, капусты, кукурузы, картофеля, овса, клевера и конопли, испытывали небольшие дозы перегноя, торфа, гуматов натрия. Эти вещества вносили либо вблизи семян, либо в смеси с минеральными удобрениями и известью. В ряде опытов применялись радиоактивные изотопы P^{32} и Ca^{45} , что позволяло изучать в динамике поступление меченых фосфатов и кальция в растения.

3. Наши опыты продемонстрировали, что небольшие дозы перегноя, вносимого в смеси с минеральными удобрениями локально (с семенами, клубнями, рассадой), оказывают обычно вполне заметное положительное действие на урожай культур. Однако в первый период роста нередко отмечалось замедление (под влиянием перегноя и особенно торфа) поступления в растения фосфатов и кальция из внесенных минеральных удобрений.

По-видимому это — следствие адсорбции. Но в дальнейшем, по мере разложения органического вещества, поглощение названных ионов может даже ускориться, что в конечном счете благоприятствует изменению химического состава урожая.

4. Те же самые дозы перегноя, распределенные равномерно с почвенной более или менее значительной прослойкой, как правило, не проявляют сколько-нибудь существенно положительного действия на растения.

5. Гумат натрия был не столь эффективен, как перегной. Но нельзя свести влияние перегноя только как к источнику питательных элементов для растений.

6. Мы полагаем, что адсорбционные свойства органического вещества типа гумуса играют важную роль в питании растений. Это проявляется в усилении буферного действия почвы вблизи прорастающего семени, уменьшает вредный эффект высокой концентрации различных ионов и улучшает водный режим среды в начальный период роста культур.

Über den Einfluß kleiner Humusstoffmengen auf Erträge und chemische Zusammensetzung von Pflanzen

1. Auf Grund von physiologischen Versuchen haben wir bereits vor 30 Jahren nachgewiesen, daß die Erbse besser gedieh, wenn bei der Düngung mit künstlicher, aus Saccharose gewonnener, Huminsäure die Nährlösung sauer reagierte. Diese Wirkung schreiben wir der Adsorptionsfähigkeit der Huminsubstanzen zu, wodurch die Pufferwirkung der Lösung verstärkt und ihre Konzentration herabgesetzt wird.

2. In späteren Feld- und Vegetationsversuchen auf Graspodsolböden verschiedener chemischer Zusammensetzung und Azidität verfolgte man die Wirkung kleiner Gaben von reifem Stalldung (Humus), Torf und Natriumhumaten auf Zucker- und Rote Rübe, Weißkraut, Mais, Kartoffeln, Hafer, Klee und Hanf. Die erwähnten Substanzen wurden entweder in der Nähe der Samen oder als Zusatz zu Mineraldüngern und Kalk in den Boden gebracht. Bei zahlreichen Versuchen verwendete man radioaktive Isotope P^{32} und Ca^{45} , um die Dynamik der Aufnahme von Phosphaten und Kalzium durch die Pflanzen verfolgen zu können.

3. Es hat sich gezeigt, daß kleine Gaben vermoderten und gemeinsam mit den Mineraldüngemitteln lokal (gleichzeitig mit Saatgut, Knollen und Pflanzmaterial) in den Boden eingebrachten Stallungs die Feldfruchterträge in der Regel offenbar günstig beeinflussten. Im Anfangsstadium des Wachstums nahmen jedoch die Pflanzen wegen der Wirkung von Humus (reifem Stallung) und besonders von Torf die Phosphate und das Kalzium der Mineraldünger langsam auf.

Diese Erscheinung ist wahrscheinlich der Adsorption zuzuschreiben. Je nach der Zersetzung der organischen Stoffe kann sich später die Aufnahme dieser Ionen erhöhen, wodurch die chemische Zusammensetzung der Ernte letzten Endes günstig beeinflusst wird.

4. Die gleichen Gaben von reifem Stallung (Humus) haben im wesentlichen keinen günstigen Einfluß auf die Pflanzen, wenn sie gleichmäßig in mehr oder weniger dicker Schicht breitgestreut werden.

5. Die Wirkung des Natriumhumats war nicht so groß wie diejenige des reifen Stallungs. Der Humus ist nicht nur als eine Nährstoffquelle für die Pflanzen anzusehen.

6. Wir nehmen an, daß die Adsorptionseigenschaften organischer Stoffe vom Humustypus eine wichtige Rolle in der Pflanzenernährung spielen. Dafür spricht die stärkere Pufferwirkung des Bodens in der Nähe keimender Samen, die Verringerung des schädlichen Einflusses verschiedener hochkonzentrierter Ionen und der verbesserte Wasserhaushalt der Umwelt beim beginnenden Pflanzenwachstum.

On the Effects of Small Doses of Humic Substances on Yields and Chemical Composition of Plants

1. In physiological experiments on peas (water and sand cultures) in 1929 and 1930 we proved that synthetic humic acid, prepared from sugar, had stimulated the plant growth. We have stated that humic acid decreased the sensitivity of plants

to an acid reaction and may adsorb phosphate at acid interval *pH*.

2. Additional green-house and field experiments have been conducted with sugar beet, table beet, cabbage, maize, potatoes, oats, clover and hemp on different sod-podsol soils and chestnut weak-alkali soil. In some of these experiments we have used radioactive isotopes P^{32} and Ca^{45} . As a source of humic acid we have added muck from farm manure and sodium humates prepared from chernozem soil and peat.

3. Our experiments showed that small doses of well-rotten muck (added to NPK and lime) applied to soil with seeds provides better growth, yield and composition of agricultural crops. On the first period of plants growth, however, muck may decrease the uptake of phosphate and calcium by plants from mineral fertilizers. We explain these phenomena by adsorbing properties of organic matter.

4. The same doses of muck, uniformly distributed in soil, do not affect plant growth in pot and field experiments.

5. Sodium humates were not so effective as the well-rotten muck. But the effects of muck are not to be ascribed to the only additional source of plant nutrients.

6. We suppose that the adsorbing properties of organic matter play an important role in plant nutrition. The applied organic matter increased buffer action of soil around seeds, and diminished the harmful effect of high concentration of different ions on seedlings in the first period of their growth.

Vliv minerálně chudší horniny na vývoj a úrodnost půd u Libnova v Krušných horách

Влияние минерально бедной породы на развитие и плодородие почв
у Либова в Крушных горах, на запад от Соколова

Einfluß des mineralärmeren Gesteins auf die Bodenentwicklung der Böden bei Libnov
im Erzgebirge, westlich von Sokolov

Dr. B. VÁLEK

Geologický ústav ČSAV, ředitel prof. dr. Vl. Pokorný, Praha

V jižní části Krušných hor, zejména na jihovýchodních úbočích, jsou charakteristicky rozmístěny kulturní i přírodní porosty v souvislosti se vznikem půd na různém půdotvorném substrátu. Orné půdy jsou převážně na primárních hlubších a hlubokých zvětralinách hornin a jejich holocenních deluviích, kdežto louky nebo pícninové osevní postupy jsou na půdách vzniklých na sedimentech starých říčních teras a úvalů.

Zvětrávající zbytky půdotvorných hornin ovlivňují nápadně genetický vývoj půdních profilů, zásobují částečně půdu uvolněnými živinami a do jisté míry sytí sorpční půdní komplex. I když ne vždy velký, mají určitý trvalý a příznivý vliv na pedogenezi.

Poněvadž vliv matečné půdní horniny se v oblasti podzolů projevuje i na minerálně chudších horninách nápadným potlačením vývoje typických genetických horizontů, jsou i zde pedogenetické děje určitým způsobem usměrněny. K studiu těchto procesů na minerálně chudších horninách byl vybrán půdní profil 2775 u Libnova západně od Sokolova, hloubený na starých, hlubokých zvětralinách svorových rul, které jako půdotvorné horniny by měly být méně příznivé.

Popis půdního profilu 2775

Profil byl sledován na plošině staré terasy Ohře na východním úbočí Krušných hor, ve výši 670 m n. m. Povrch této terasy byl vlivem pozdější erozivní činnosti mírně zvlněný. V místě sondy dosahovala primární zvětralina půdotvorné horniny s nepříliš značným obsahem skeletu téměř k povrchu. Poněvadž okolí sondy je na mírně skloněném svahu na okrajích plochého úvalu, přecházejícího do údolí, byla půda dočasně stékající vodou občas mírně zavlhčována, a proto vhodná pro trvalou louku. K větší erozi zde nedocházelo. V lučním porostu psinečku obecného a kostřavy červené (*Agrostidetum vulgaris Festucetosum rubrae*) převládaly mimo uvedených ještě tyto rostlinné druhy: *Agrostis vulgaris*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*, *Veronica chamaedrys*.

Porost byl po více než 15 let pouze spásán a byl jen nepatrně hnojen. Okolní území je vesměs orientováno k východu, loučka má však nepatrný sklon (3°) k severu. Klimatické podmínky mají tyto hodnoty:

průměrné roční srážky kolem 710 mm,
průměrná roční teplota kolem 5,9° C,
Langův dešťový faktor kolem 120,
syťostní doplněk menší než 2,5,
Mayerův N/S kvocient kolem 280.

Langův dešťový faktor i Mayerův kvocient upomínají na dosti intenzivní podzolizační procesy. V důsledku toho se v okolí Libnova na některých místech často setkáváme s dobře vyvinutými A₂ a B horizonty podzolovaných půd. Na primárním rozpadu však nebývají uvedené horizonty vesměs patrné a půda v celém profilu má totéž zbarvení.

Stratigrafie a morfologie profilu:

- 0— 20 cm hnědošedá, relativně dosti humózní půda bez skeletu;
- 20— 40 cm šedohnědá půda s okrovým odstínem, mírně humózní a s drobným skeletem mateční půdní horniny. A₂ ani B horizont nejsou patrné;
- 40— 60 cm hnědě okrová půda se znaky primárního rozpadu horniny téměř bez skeletu;
- 100—125 cm hnědě okrová půda na primárním rozpadu horniny s malou příměsí drobného skeletu;
- 125—160 cm šedý rozpad horniny, vlhký, s rezavými skvrnami a povlaky na úlomcích horniny. Občas po pevné hornině v podloží těchto zvětralin stéká voda. Povrch půdy však ovlivňuje jen nepatrně.

Ojedinele dosahují kořeny rostlin do hloubky 70 cm. Drn je mocný kolem 10 cm i více a hojněji prokořenělá vrstva 25 cm. Povrchová vrstva do hloubky 30 až 40 cm je vytvořena deluvií, přemístěnými z nepříliš vzdálených míst. Spodina náleží primárním zvětralinám.

I. Zrnitostní složení půdního profilu 2775

Hloubka cm	Kategorie zrn				Fyzikální jíl %	Skelet %	Poměr fyzikálního jíl k I. kategorii zrn v %
	I. %	II. %	III. %	IV. %			
5— 15	50,0	15,0	4,5	21,4	30,80	3,0	62
30— 40	49,5	15,0	5,2	30,4	25,65	5,0	52
70— 80	30,4	16,4	8,7	44,5	14,77	5,0	49
105—110	16,7	11,4	8,9	63,0	8,03	15,0	48
135—145	17,8	12,8	7,5	61,4	9,87	15,0	54

Zrnitostním složením (tabulka I) je v povrchové vrstvě půda jílovitohlinitá. Do hloubky obsah I. kategorie zrn klesá a půda přechází v hlinitou až hlinitopísčitou. Zhruba polovinu I. kategorie zrn tvoří fyzikální jíl. Poměr mezi první kategorií a obsahem fyzikálního jíl je největší při povrchu. Přestože obsah fyzikálního jíl do spodiny klesá, nekolísá příliš jeho poměr k I. kategorii zrn. Posun jíl do spodiny není zřejmý.

Fyzikální a chemické vlastnosti půdního profilu 2775

Fyzikální vlastnosti půdní (tabulka II) se vyznačují značnou vzdušnou kapacitou i ve spodině profilu, i když pórovitost a absolutní vodní kapacita směrem do spodiny klesají. Půda je v celém profilu poměrně kyprá, vzduch může prostupovat hluboko. Nápadným se jeví rozdíl mezi absolutní vodní kapacitou ve spodině a v povrchových vrstvách, kde je dvojnásobná. Tento stav je pro vegetaci velmi příznivý. Větší vodní kapacitě odpovídá i větší pórovitost.

II. Fyzikální vlastnosti půdního profilu 2775

Hloubka cm	Specifická váha	Volumová váha	Pórovitost	Absolutní vodní kapacita	Absolutní vzdušná kapacita
5 — 10	2,60	0,957	63,39	53,18	10,21
	2,60	1,019	60,81	53,93	16,88
	2,62	1,087	58,51	54,33	4,18
25 — 30	2,71	1,210	55,35	46,99	8,36
	2,70	1,108	58,96	46,03	12,93
	2,71	1,136	58,08	47,74	10,34
65 — 75	2,74	1,152	45,34	33,30	12,04
	2,75	1,527	44,47	32,61	11,86
	2,74	1,562	42,99	29,86	13,13
105 — 110	2,74	1,726	37,01	27,96	10,15
	2,77	1,662	40,00	26,59	13,41
	2,76	1,662	40,15	24,98	15,17
130 — 140	2,73	1,783	34,69	26,43	8,26
	2,76	1,855	32,89	25,13	7,76
	2,74	1,725	37,04	26,66	11,38

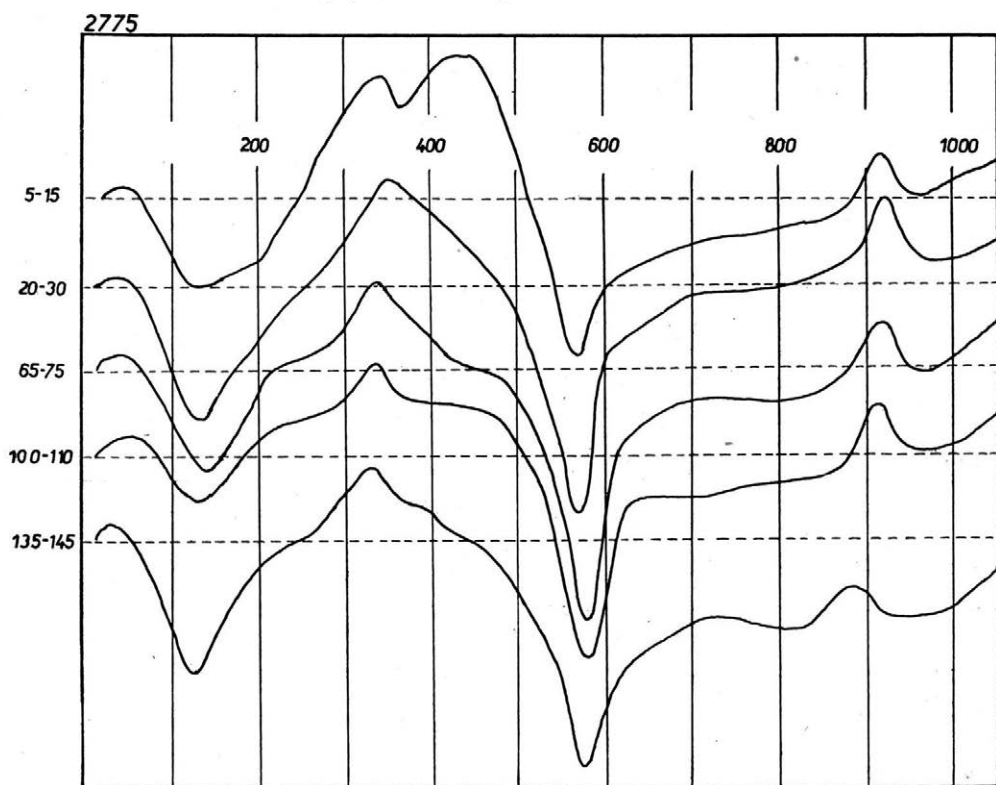
Skelet je z drobných úlomků svorových rul a křemence, ve IV. kategorii převládají křemen z 50—70 %, slídy z 30—40 %, živce jsou zastoupeny v množství kolem 5 %. Slíd je více ve spodině, kdežto křemene při povrchu profilu. Ve III. kategorii zrn (tabulka III) jsou vedle křemene zastoupeny slídy. Živců je méně

III. Mineralogický rozbor profilu 2775

Minerál	Jednotlivé hloubky v cm				
	5—15 %	30—40 %	65—75 %	105—110 %	135—145 %
Křemen	31,9	21,2	25,3	22,6	28,0
Živce	33,6	19,2	16,8	27,6	30,5
Slídy	33,2	44,0	39,4	36,2	33,4
Amfiboly a pyroxeny	6,9	5,2	3,9	5,0	1,1
Ostatní minerály	14,4	10,4	14,6	8,6	7,0
Kaolinit	> 20	> 20	> 20	> 10	> 5
Illit	> 5	> 10	> 10	> 5	—
Montmorillonit	> 5	?	> 10	> 5	> 5
Křemen	> 20	> 20	> 20	> 10	> 10
Jílové krystalické minerály celkem	> 30	> 30	> 30	> 15	> 10

než slíd a křemene nebo oba minerály jsou přibližně v stejném množství. Nejméně živců je v hloubce 65–70 cm. Tato vrstva odpovídá původnímu povrchu primárních zvětralin dříve než byl překryt deluvii. V ní a v jejím nadloží je nejvíce slídy. Podobně i poněkud více křemene. Dosti minerálů je ze skupiny amfibolů a pyroxenů. Ostatních, blíže neurčovaných, je více. Ubývá jich směrem do spodiny profilu.

Jílové minerály byly sledovány ve frakci fyzikálního jílu o velikosti zrn pod 0,002 mm. Na křivce diferenční termické analýzy je mezi 250 až 500° C poměrně široká exotermní reakce humusu. Nápadná je endotermní reakce kolem 580° C a menší exotermní reakce kolem 890 až 920° C. Náleží vesměs illitu a v menší míře kaolinitu. Montmorillonit se citelněji neprojevil. Humusové maximum v povrchové vrstvě je dvojvrcholové. Těžko rozložitelný humus je v malém množství splavován do spodiny a hromadí se v koloidním podílu, takže jeho reakce na křivce diferenční termické analýzy je také nápadná.



Graf 1. Křivky diferenční termické analýzy jílových minerálů z jednotlivých horizontů půdního profilu

Roentgenová analýza vykazuje převahu kaolinitu v povrchových vrstvách. Spodní vrstvy profilu jsou na kaolinit chudší. Stejně tomu je i s ostatními jílovými minerály. Křemene je v celém profilu poměrně dost. Illitu je poněkud více v hloubce 30–75 cm a montmorillonitu v 65–75 cm, kdežto v 30–40 cm chybí nebo je nepatrně zastoupen. Protože je celkově v malém množství, neprojevil se nápadněji na křivkách termické analýzy. Kaolinit reagoval na křivkách termické analýzy méně nápadně než illit. Čím méně je kaolinitu, vrchol exotermní reakce je při nižší

IV. Vodní výluh půdního profilu 2775

Hloubka cm	Humus cm 0,1n KMnO ⁸	Cl %	SiO ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	NH ₄ %	HNO ₃ %
5 – 15	52,0	0,0023	0,0036	0,0059	0,00052	0,00033	0,0063	0,0017	0,0015	0,0010	0,0028	0,0003
30 – 40	10,7	0,0023	0,0017	0,0024	0,00066	0,00021	0,0063	0,0021	0,0006	0,0007	0,0008	0,0003
65 – 75	6,1	0,0034	0,0017	0,0017	0,00021	0,00014	0,0025	0,0014	0,0003	0,0007	0,0008	0,0003
105 – 115	6,1	0,0028	0,0020	0,0014	0,00048	0,00020	0,0018	0,0010	0,0014	0,0007	0,0012	0,0006
135 – 145	6,9	0,0040	0,0021	0,0021	0,00080	0,00006	0,0019	0,0009	0,0019	0,0007	0,0016	0,0009

VI. Výluh v 1% kyselině citrónové půdního profilu 2775

Hloubka cm	SiO ₂ %	R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %
5 – 15	0,027	0,628	0,339	0,289	0,290	0,0178	0,0056	0,0027
30 – 40	0,024	0,646	0,339	0,307	0,125	0,0088	0,0048	0,0024
65 – 75	0,024	0,393	0,259	0,144	0,189	0,0142	0,0051	0,0024
105 – 115	0,024	0,201	0,170	0,051	0,064	0,0276	0,0058	0,0024
130 – 140	0,015	0,161	0,139	0,021	0,052	0,0214	0,0053	0,0015

VII. Výluh v 20% kyselině chlorovodíkové půdního profilu 2775

Hloubka cm	SiO ₂		R ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %
	alkal. výl. %	kys. výl. %							
5 – 15	2,60	0,16	10,77	3,73	7,04	0,48	0,66	1,390	0,02
30 – 40	2,96	0,22	10,65	3,41	7,24	0,41	0,06	1,390	0,02
65 – 75	3,22	0,15	10,29	3,45	6,84	1,30	0,18	1,380	0,01
105 – 115	3,35	0,18	10,01	3,81	6,20	1,14	0,12	1,300	0,01
135 – 145	2,61	0,14	9,00	2,58	6,42	0,30	0,12	1,237	0,01

teplotě, kolem 900° C. Proto by mělo být illitu daleko více, než ukázala roentgenová analýza. Podobně i ve spodině je také pravděpodobně illit, který se však neprojevil v roentgenové analýze.

Profil je možno považovat za minerálně chudší, a to zvláště proto, že slidy a minerály ze skupiny amphibolů jsou málo rozvětralé, živců že je méně než obvykle, a že je ve větším množství přítomen křemen. Také obsah kaolinitu a nepatrná přítomnost montmorillonitu jsou méně vhodné.

Malou minerální sílu potvrzují i chemické rozbor, především nepatrné množství vápníku a hořčíku.

K objasnění půdotvorných pochodů a zjištění pevnosti vazeb jednotlivých prvků ve sloučeninách, jakož i k sledování jejich posunu a hromadění v tomto minerálně chudším profilu bylo použito různých výluhů. K sledování pohybu solí rozpustných v půdě bylo použito vodních výluhů a k zjištění slabých vazeb aluminosilikátů výluhu v 1 % kyselině citrónové. Vlivem rozpadu humusu, obohaceného prvky přejatými kořeny v hlubších vrstvách půdy, se hromadí v povrchovém horizontu více vápníku, železa, draslíku, hořčíku, sodíku, hliníku a fosforu, zejména ve vodním výluhu a ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou (tabulky IV a VI). Také výměnných kationtů (tabulka V) je v povrchové vrstvě dosti. Z poměru jednotlivých výluhů je zřejmé, že povrchová vrstva je jimi nápadně ovlivněna (graf. 2).

V. Výměnné kationty, ztráta žíháním a půdní reakce půdního profilu 2775

Hloubka cm	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	Ztráta žíháním %	Půdní reakce	
						akt. pH	výměn. pH
5—15	0,176	0,0196	0,0065	0,002	10,5	5,28	4,21
30—40	0,059	0,0088	0,0042	0,002	6,7	4,73	3,75
70—75	0,059	0,0062	0,0045	0,002	2,6	5,55	4,21
105—115	0,090	0,0134	0,0060	0,002	2,3	5,86	4,60
135—145	0,114	0,0055	0,0054	0,002	2,5	5,55	4,45

Kyselina křemičitá se v jednotlivých výluzích chová různě. Ve vodním výluhu je nejméně rozpustná v hloubce 30—75 cm. V kyselině citrónové ve spodině, ve 20 % kyselině chlorovodíkové přibývá postupně až do hloubky 135—145 cm. Avšak její rozpustnost, zvláště v 1 % kyselině citrónové vzhledem k 20 % kyselině chlorovodíkové klesá nápadně směrem do spodiny. Ve vodním výluhu naproti tomu se rozpustnost zvětšuje.

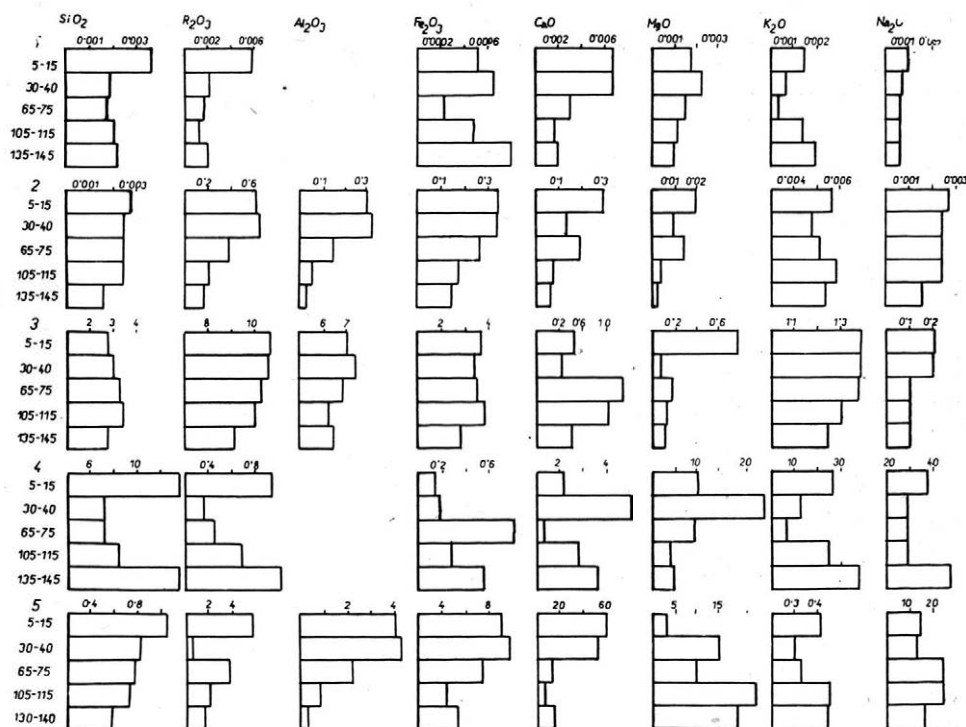
Hliníku v 1 % kyselině citrónové a ve 20 % kyselině chlorovodíkové se rozpouští nejvíce v podpovrchové vrstvě, do spodiny jeho obsah v obou výluzích klesá a zároveň jeho rozpustnost vzhledem k 20 % kyselině chlorovodíkové. Spolu s kyselinou křemičitou přechází v méně rozpustné vazby. Nápadné je poněkud větší uvolnění v hloubce 30—40 cm.

Železo se chová nepravidelně. Ve vodním výluhu je maximum v podpovrchové vrstvě a ve spodině, v kyselině citrónové při povrchu a ve 20 % kyselině chlorovodíkové při povrchu a v hloubce 105—115 cm. Rozpustnost ve vodě vůči 1 % kyselině citrónové je nepravidelná, rozpustnost v 1 % kyselině citrónové vůči 20 % kyselině chlorovodíkové se snižuje směrem do spodiny.

Vápník se jen nepatrně účastní půdotvorných pochodů. Ve vodním výluhu a ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou je ho nejvíce při povrchu. V 1 % kyselině citrónové a 20 % kyselině chlorovodíkové jeho obsah klesá v hloubce 30—40 cm (A₂ horizont). Rozpustnost vápníku ve vodě vůči 1 % kyselině citrónové je ná-

padná v 30–35 cm. Ve spodině přechází vápník do pevnějších vazeb, což je dobře patrné z poměru rozpustnosti v 1% kyselině citrónové vůči kyselině chlorovodíkové.

Hořčík se hromadí při povrchu a chová se poněkud odlišně. Podobně jako u vápníku je patrný A_2 horizont. Draslík je přítomen v poměrně značném množství a je citelně posunován do spodiny. Jeho přítomnost i rozpustnost se znatelně snižuje již v podpovrchové vrstvě. Sodíku je poměrně málo, spíše více vždy při povrchu.



Graf 2. Chemické složení jednotlivých horizontů profilu: 1. ve vodním výluhu, 2. ve výluhu 1% kyselinou citrónovou, 3. ve výluhu horkou 20% kyselinou chlorovodíkovou, 4. poměr jednotlivých prvků rozpustných ve vodě k výluhu 1% kyselinou citrónovou, 5. poměr jednotlivých prvků ve výluhu 1% kyselinou citrónovou k výluhu ve 20% horké kyselině chlorovodíkové

Rozpustnost u kyseliny křemičité v poměru 1% kyseliny citrónové k 20% kyselině chlorovodíkové ve spodině klesá. Podobně klesá i rozpustnost Al_2O_3 , Fe_2O_3 a R_2O_3 . U draslíku se chová nápadně rozpustnost v poměru mezi vodním výluhem, výluhem 1% kyselinou citrónovou a 20% kyselinou chlorovodíkovou. Vápník i hořčík mají nápadnější rozpustnost ve vodním výluhu vzhledem k výluhu v 1% kyselině citrónové v hloubce 30–40 cm. Kyselina křemičitá, železo, hliník a vápník přecházejí ve spodině do pevnějších vazeb.

Množství výměnných kationtů je blízké obsahu uvolněnému v 1% kyselině citrónové. Hořčíku je ve výluhu 1% kyselinou citrónovou poněkud více a vápník nápadněji převládá. Přestože je draslík ve výluhu 20% kyselinou chlorovodíkovou více než vápníku, je poměrně málo adsorbován.

Půdní reakce aktivní je slabě kyselá a klesá nepatrně v hloubce 30–40 cm (tabulka VI). Ve spodině poněkud stoupá. Půdní reakce výměnná má podobný průběh a rozdíl mezi oběma je 1,06–1,08. Ztráta žíháním je větší při povrchu půdy.

Jsou tedy zejména povrchové vrstvy bohatší na většinu prvků a do spodiny jejich obsahu ubývá. Posun prvků nepřispívá k vytváření A₂ a B horizontu, jak je předpokládáno, i když Langův dešťový faktor je kolem 120 a Mayerův kvocient 280 a potvrzují značný průsak vodou.

Ovlivnění zvětrávající horninou je velmi značné. Kromě toho je udržování většího množství uvolnitelných prvků při povrchu profilu podmiňováno zejména hlubokým prokořeněním půdy a koloběhem prvků uvolněných z humusu. Pro vegetaci je tento stav velmi příznivý.

Z á v ě r

Tato práce se týká vzájemných vztahů mezi půdotvornými procesy a jílovými minerály, půdní dynamikou a úrodností půd na svorových rulách západně od Sokolova na jv. úbočích Krušných hor.

1. V této oblasti se vytvářejí půdy na žulách, svorových rulách a fylitech. Na žulách vznikají v tomto území půdy bohaté půdotvornými minerály a obsahují mimo jiné jílové minerály také montmorillonit. Naproti tomu na starých terasových sedimentech bohatých kaolinitem a s uvedenými vodními a fyzikálními podmínkami jsou pouze půdy luční. Na primárních zvětralinách těchto hornin jsou zde především orné půdy, méně luční.

2. Ve sledovaném půdním profilu na svorových rulách, na nepříliš intenzivně obhospodařované louce s porostem *Agrostidetum vulgaris Festucetosum rubrae* u obce Libnov západně od Sokolova bylo nalezeno z primárních půdotvorných minerálů více slíd a křemene než živců. Z jílových minerálů je v povrchových vrstvách převaha kaolinitu, kdežto spodní vrstvy profilu byly kaolinitem chudší. Illitu je poněkud více v hloubce 30–75 cm.

3. Přestože Langův dešťový faktor i Mayerův kvocient poukazují na dosti velké promývání půdního profilu a v důsledku toho se v okolí Libnova setkáváme na mnoha místech často s dobře vyvinutými A₂ a B horizonty podzolovaných půd, nebývají v půdách na primárních zvětralinách hornin uvedené horizonty vesměs patrné a půda v celém profilu má totéž zbarvení.

4. V důsledku perkolace docházelo k odplavování sloučenin rozpustných ve vodních roztocích do spodiny, kde jednotlivé prvky ztrácejí postupně svou rozpustnost, zejména křemík, hliník, sesquioxydy, kyselina křemičitá a vznikají z nich méně rozpustné sloučeniny (tabulky IV, V a VI).

5. Vlivem rozpadu humusu, obohaceného prvky přejatými kořeny v hlubších vrstvách půdy, se hromadí v povrchovém horizontu více vápníku, železa, draslíku, hořčíku, sodíku, hliníku a fosforu, zvláště ve vodním výluhu a ve výluhu 1 % kyselinou citrónovou (tabulka IV a VI). Také výměnných kationtů (tabulka V, graf 2) je v povrchové vrstvě dost.

6. Posun prvků nepřispívá k vytvoření morfologicky patrných A₂ a B horizontů, jak by se předpokládalo, i když Langův dešťový faktor je kolem 120 a Mayerův kvocient 280, a potvrzují značný průsak půdou.

7. Ani v chemických rozbořech se genetický A₂ horizont neprojevoval příliš nápadně. Vyznačen je pouze v různých výluzích u vápníku a hořčíku. Rovněž B horizont nebyl chemickými rozbořy patrný.

8. Celý půdní profil byl chudší vápníkem, ale poměrně bohatý draslíkem. V místech intenzivního větrání a předpokládaného B horizontu je větší množství montmorillonitu. Kaolinitu je více v povrchových vrstvách. I když řada prvků ve spodině profilu přechází v méně rozpustné sloučeniny (graf 1), je koloběh prvků uskutečňován prostřednictvím kořenů rostlin na povrch půdy, pravděpodobně velmi intenzivní (kořeny rostlin dosahují do hloubky až 70 cm).*)

Došlo dne 8. 11. 1961.

Literatura

1. Gorbunov N. I.: Počevnyje kolloidy. 1957, Moskva. — 2. Konta J.: Jílové minerály Československa. 1957, Praha. — 3. Novák V.: Die mineralogische Zusammensetzung der Sandfraktionen. 1938, Brno. — 4. Pelíšek J.: Vliv půdotvorných hornin na vývoj půdních typů západní Moravy. 1943, Sborník ČAV, č. 18. — 5. Spirhanzl J., Káš V.: Agronomicko-pedologická studie o jihočeských půdách rulových. 1938, Sborník VÚZ ČSR.

Влияние минерально бедной породы на развитие и плодородие почв у Либнова в Крушных горах, на запад от Соколово

Естественное плодородие почвы зависит от ряда факторов. Из них важным является влияние глинистых минералов, главным образом присутствие монтмориллонита.

Эта работа разбирает взаимные отношения между почвообразующими процессами, глинистыми минералами, почвенной динамикой и плодородием почв на слюдяных гнейсах на юго-восточных склонах Крушных гор, западнее Соколово.

Для изучения различных свойств почв на слюдяных гнейсах, главным образом почвенной динамики, глинистых минералов, состояния питательных веществ и под., углублялся почвенный профиль на не особенно интенсивно окультуриваемом лугу с травостоем *Agrostidetum vulgaris Festucetosum rubrae*, находящимся у села Либнов, на запад от Соколово. Тяжелосуглинистая почва, расположенная на поверхности профиля, на большей глубине переходила в супесь, причем физический ил по направлению к подпочве убывал. Его отношение к I категории частиц не слишком менялось. Влагоемкость и пористость хотя и снижались по направлению к грунту, но почва в грунте оставалась рыхлой. Окраска профиля была однообразная, охрово-желтобурая.

Из первичных почвообразующих минералов полевого шпата было меньше, чем слюды и кварца. Из глинистых минералов, определяемых термическим анализом и рентгеном в фракции физического ила с размером частиц менее 0,002 мм, было установлено большее количество каолинита в поверхностных слоях. Нижние слои профиля беднее каолинитом. Иллита немного больше на глубине 30—75 см, а монтмориллонита на глубине 65—75 см. На кривых термического анализа каолинит реагировал менее явно, чем иллит. При этом вершина экзотермической реакции была при более низкой температуре, около 900°С. Поэтому иллита должно было быть гораздо больше, чем дал анализ рентгеном. Подобно этому, вероятно, также присутствует иллит в грунте, однако он не проявляется на рентгеновом анализе. Активная почвенная реакция слабо кислая и понижается незначительно на глубине 30—40 см (таблица № 5). Климатические условия указывают на достаточно интенсивное промывание почвенного профиля. В результате

*) Ing. J. Dykastovi z Výzkumného ústavu hnědého uhlí v Mostě děkuji za provedení roentgenových analýz.

этого, в окрестностях Либнова во многих местах встречаются хорошо развитые А₂ и В горизонты подзолистых почв. Однако на первичном разрушении указанные горизонты, как правило, незаметны, и почва во всем профиле одинаково окрашена.

Хотя профиль содержал больше слюды и кварца, чем полевых шпатов, однако полевые шпаты заметно повлияли на почвообразовательный процесс, в результате чего не образовались ни типичный В горизонт, ни А₂ горизонт подзолистых почв.

В профиле происходила вынужденная перколяция и вымывание в грунт соединений, растворимых в воде. В грунте отдельные элементы постепенно теряли свою растворимость, главным образом кремний, алюминий, полуторные окислы, кремнекислота, а из них возникали менее растворимые соединения. Перемещение отдельных элементов в грунт, изучаемое в разных вытяжках с помощью химических анализов, изображено в таблицах №№ 4, 5 и 6.

Под влиянием разложения гумуса, обогащенного элементами, заимствованными корнями из более глубоких слоев почвы, в поверхностном горизонте скапливается больше кальция, железа, калия, магния, натрия, алюминия и фосфора, особенно в водной вытяжке и в вытяжке 1 % лимонной кислотой (таблицы №№ 4 и 6). В поверхностном слое также находится достаточное количество обменных катионов (таблица № 5, график № 2).

Генетически А₂ горизонт в химических анализах не проявлялся слишком заметно. Он слабо заметен только в различных вытяжках у кальция и магния. Также и В горизонт не был установлен химическими анализами. Вероятно этому частично способствовала и деятельность корней растений. О В горизонте напоминает только присутствие в большей мере некоторых элементов в водной вытяжке. Тоже имеет место и в 1 % лимонной кислоте. Весь почвенный профиль был беднее кальцием, но сравнительно богат калием. В местах интенсивного выветривания и предполагаемого В горизонта находится большее количество монтмориллонита.

В изучаемом профиле видны два цикла развития. Почвенные слои от 60 см и глубже имели свой первоначальный почвообразовательный цикл, которому не удалось выравнять существующие различия, заметные по содержанию кварца, полевого шпата, зернистости и, вероятно, некоторых химических свойств.

Einfluß des mineralärmeren Gesteins auf die Bodenentwicklung der Böden bei Libnov im Erzgebirge, westlich von Sokolov

Die natürliche Fruchtbarkeit des Bodens hängt von zahlreichen Faktoren ab. Unter diesen ist der Einfluß der Tonminerale, besonders des Montmorillonits, wichtig.

Meine Arbeit beschäftigt sich mit den Beziehungen zwischen den bodenbildenden Prozessen, den Tonmineralen, der Bodendynamik und der Fruchtbarkeit der Böden auf Glimmergneis. Auf den südöstlichen Abhängen des Erzgebirges, westlich von Sokolov, bilden sich die Böden auf Granit, Gneis-Glimmerschiefer und Phyllit. Auf den primären Verwitterungen dieser Gesteine entstehen lockere und leicht zu bearbeitende Böden, die reich an bodenbildenden Mineralen sind. Die Böden auf Granit enthalten zum Beispiel außer anderen Tonmineralen auch Montmorillonit. Dagegen befinden sich auf den alten, an Kaolinit reichen Terrassensedimenten vorwiegend leicht durchnäßbare Wiesenböden. Sie sind schwer zu bearbeiten und weisen ungünstige physikalische Bedingungen auf.

Um die verschiedenen Eigenschaften der Böden auf Glimmergneis, vor allem der Bodendynamik, der Tonminerale, des Nährstoffstandes u.dgl. verfolgen zu können, wurde ein Bodenprofil auf einer nicht intensiv bewirtschafteten Wiese mit dem Be-

stand *Agrostidetum vulgaris Festucetosum rubrae* bei Libnov, westlich von Sokolov, gegraben.

Der tonlehmige Boden der Oberfläche des Bodenprofils ging tiefer in lehmige Sandböden über und auch der physikalische Ton nahm in der Richtung zum Untergrund ab (Tabelle I). Sein Verhältnis zur I. Kornkategorie änderte sich nicht allzuviel. Die Wasserkapazität und auch die Porosität nahmen in der Richtung zum Untergrund zwar ab, aber der Boden im Untergrund blieb jedoch trotzdem locker. Die Farbe des ganzen Profils war monoton, ockergelbbraun.

In der III. Kornkategorie (0,1—0,05 mm) (Tabelle II) findet man neben Quarz viel Glimmer. Feldspate sind weniger vertreten als Glimmer und im Untergrund anwesend, am wenigsten jedoch in einer Tiefe von 65—75 cm.

Die Tonminerale wurden mit Hilfe der Differential-Thermoanalyse sowie der Roentgenanalyse in der Fraktion des physikalischen Tons in einer Korngröße unter 0,002 mm festgestellt. Das Humusmaximum in der Oberflächenschicht ist doppel-scheitelig. Schwer zersetzbarer Humus ist in kleiner Menge in den Untergrund hin-abgeschwemmt und wird bei Isolation im kolloidalen Anteil akkumuliert. Deshalb ist seine Reaktion auf den Differentialthermokurven auffallend.

Die durch Roentgenanalyse festgestellten Tonminerale weisen ein Übergewicht von Kaolinit in den oberen Schichten auf. Der Illit ist ein wenig mehr in einer Tiefe von 30—40 cm, der Montmorillonit in einer Tiefe von 67—75 cm vertreten. Der Scheitel der exothermischen Reaktion liegt bei einer niedrigeren Temperatur cca. von 900° C. Deshalb sollte Illit in einer bedeutend größeren Menge vorhanden sein, als die Roentgenanalyse zeigt. Ähnlich ist Illit wahrscheinlich auch im Untergrund. Er zeigte sich jedoch nicht in der Roentgenanalyse.

Die aktive Bodenreaktion ist schwach sauer und sinkt in geringem Maße in einer Tiefe von 30—40 cm (Tabelle V).

Der Langs-Regenfaktor sowie Mayers N/S Quotient weisen auf genügend intensive Podsolierungsprozesse hin. Infolgedessen finden wir in der Umgebung von Libnov auf vielen Standorten oft gut entwickelte A₂- und B-Horizonte der Podsolböden. Auf dem primären Zerfall des Muttergesteins sind die angeführten Horizonte zumeist nicht merklich und der Boden im ganzen Profil trägt die gleiche Färbung.

Wenn auch das Bodenprofil mehr Glimmer und Quarz als Feldspate enthielt, beeinflussten die anwesenden Minerale auffallend den bodenbildenden Prozeß. Es bildete sich weder der typische B-Horizont noch der A₂-Horizont der Podsolböden.

Im Profil kam es notwendig zur Perkolation und Absehwemmung der im Wasser löslichen Verbindungen in den Untergrund. Dort verlieren einzelne Elemente nach und nach ihre Lösbarkeit, besonders Aluminium, Sesquioxide, Kieselsäure, und es entstehen daraus weniger lösliche Verbindungen. Die Verschiebung von einzelnen Elementen zum Untergrund, die in verschiedenen chemischen Lösungen verfolgt wurde, ist in den Tabellen IV, V, VI enthalten.

Unter dem Einfluß des Zerfalls von Humus, bereichert durch Elemente aus den tieferen Bodenschichten, die von den Wurzeln hochgetragen wurden, häuft sich im Oberfläche-Horizont ein größerer Gehalt von Kalzium, Eisen, Kalium, Magnesium, Natrium, Aluminium und Phosphor, besonders in der Wasserauslaugung und in der Auslaugung von 1%iger Zitronensäure (Tabelle IV, VI). Auch Austauschungen gibt es in der Bodenoberfläche (Tabelle V, Graph 2) genügend.

Der genetische A₂-Horizont äußerte sich in den einzelnen chemischen Analysen nicht allzu auffallend. Er ist nur in verschiedenen Auslaugungen bei Kalzium und Magnesium merklich. Auch der B-Horizont wurde durch chemische Analysen nicht bemerkbar. An den B-Horizont mahnt nur eine größere Anwesenheit von einigen

Elementen in der Wasserauslaugung. Dies gilt auch für die Auslaugung mit 1%iger Zitronensäure. Das ganze Bodenprofil war ärmer an Kalzium, doch verhältnismäßig reich an Kalium.

In der Schicht der intensiven Verwitterung und des vorausgesetzten B-Horizonts gibt es eine größere Menge von Montmorillonit. Wenn auch eine ganze Reihe von Elementen im Bodenprofil in wenig lösliche Verbindungen übergeht (Graph 1), gibt es hier einen wahrscheinlich sehr intensiven Kreislauf der Elemente, der durch die Wurzeltätigkeit der Pflanzen in der Richtung zur Oberfläche verwirklicht wird. Die Pflanzenwurzeln reichen bis in eine Tiefe von 70 cm.

Im studierten Profil sind zwei Entwicklungszyklen wahrzunehmen. Die tiefer als 60 cm liegenden Bodenschichten hatten ihre ursprüngliche bodenbildende Entwicklung. Später wurden sie durch Deluvien überdeckt und es kam zum heutigen bodenbildenden Zyklus, dem es jedoch nicht gelungen ist, die früheren, aus dem Gehalt an Quarz, Feldspaten, Körnigkeit und aus manchen chemischen Eigenschaften ersichtlichen Unterschiede voll auszugleichen.

Příspěvek k ekonomickému hodnocení účinku zvýšených dávek průmyslových hnojiv

К вопросу экономической оценки эффективности повышенных доз минеральных удобрений

Beitrag zur ökonomischen Bewertung der Wirkung erhöhter Kunstdüngergaben

Inž. Miloš PEŠÁK, inž. Adolf NĚMEC

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, ředitel J. Pěkný, Praha

Základním opatřením pro zvýšení zemědělské výroby je péče o půdu, která je hlavním výrobním prostředkem v zemědělství. V souboru zásahů, směřujících ke zvýšení úrodnosti půdy, neustále vzrůstá význam výživy rostlin. Je to dáno zaměřením zemědělské výroby v Československu. Při velmi malé výměře 0,54 ha zemědělské půdy na jednoho obyvatele se musíme v zemědělství snažit, aby byl využit nejen každý hektar půdy, ale aby veškerá zemědělská půda byla využita co nejúčelněji a aby se z ní vytěžilo maximální množství zemědělských výrobků pro výživu obyvatelstva a jako surovinný zdroj pro průmysl. Dosáhnout maximálního využití půdy však nechceme pouze na krátkou přechodnou dobu, ale úsilí všech zemědělských pracovníků směřuje k tomu, abychom dosahovali vysokých výnosů plodin a vysoké užitkovosti hospodářských zvířat a abychom je v budoucnu nejen udrželi, ale ještě dále vystupňovali.

Jde zejména o správné využití průmyslových hnojiv. Dosavadní způsoby hnojení průmyslovými hnojivy již dnes nevyhovují podmínkám socialistické velkovýroby. Je nutno přejít na takové způsoby hnojení, které zabezpečí dokonalou výživu rostlin podle požadavků jednotlivých plodin a umožní při správné agrotechnice lépe využít všech živin dodávaných do půdy. Pro každý zemědělský závod je třeba volit vhodnou soustavu hnojení, která je dána především půdními a klimatickými podmínkami a výrobním zaměřením. Podle této soustavy výživy rostlin je nutno rozdělit co nejúčelněji průmyslová hnojiva, která má zemědělský závod k dispozici, a vhodně je kombinovat s ostatními hnojivy a agrotechnikou.

Československo nezůstává ve spotřebě živin v průmyslových hnojivech za vývojem v ostatních vyspělých státech s intenzivním zemědělstvím. I když se Československo v současné době neřadí mezi skupinu států s nejvyšší spotřebou živin, je spotřeba živin poměrně vysoká a hlavně rychlost zvyšování výroby a spotřeby živin v průmyslových hnojivech bude rychle stoupat.

Zvýšení výroby průmyslových hnojiv se počne v širším měřítku projevovat od roku 1964, kdy budou uvedena do provozu nová výrobní zařízení. Do této doby se též podstatně zvýší dodávky vápenatých hmot a zlepší se jistě i situace ve vý-

robě hnojiv a močůvky. Snahou našich zemědělců je však dosáhnout podstatného zvýšení zemědělské výroby již v nejbližší době, a to především zvýšením výnosů v rostlinné výrobě. Za tím účelem je nezbytné využití všech možností ve výživě rostlin, aby se plodiny zabezpečily co nejlépe živinami nutnými pro vytváření vysokých výnosů a aby se půdní podmínky upravily pro vytvoření příznivého prostředí.

Vzhledem k této perspektivě naší socialistické zemědělské velkovýroby provedl Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v letech 1957 až 1960 řadu polních výživářských pokusů, ve kterých se sledoval vliv stupňovaných dávek průmyslových hnojiv na výnosy hlavních zemědělských plodin na základě dosažených výsledků bylo provedeno i ekonomické zhodnocení.

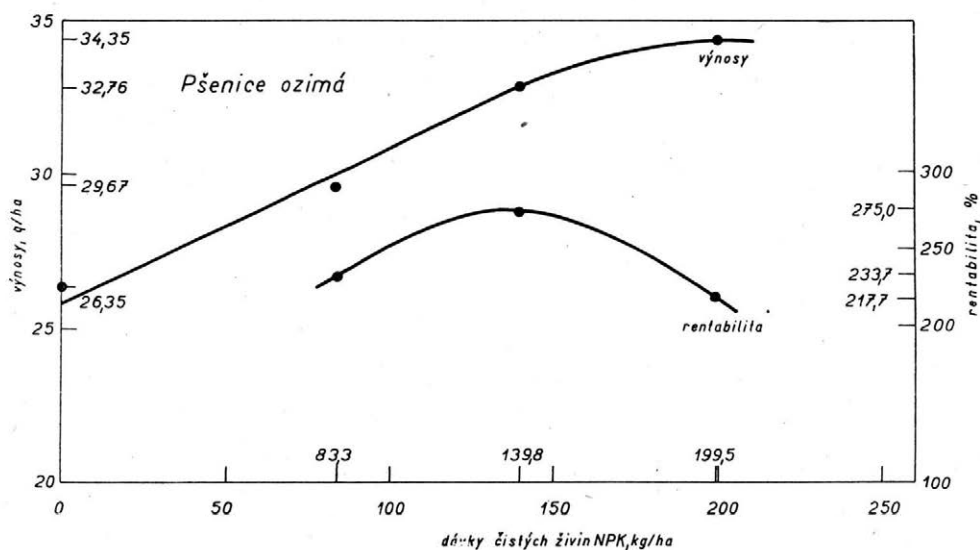
Pokusy měly čtyři kombinace o různém stupni intenzity vyhnojení průmyslovými hnojivy (tabulka I):

I.

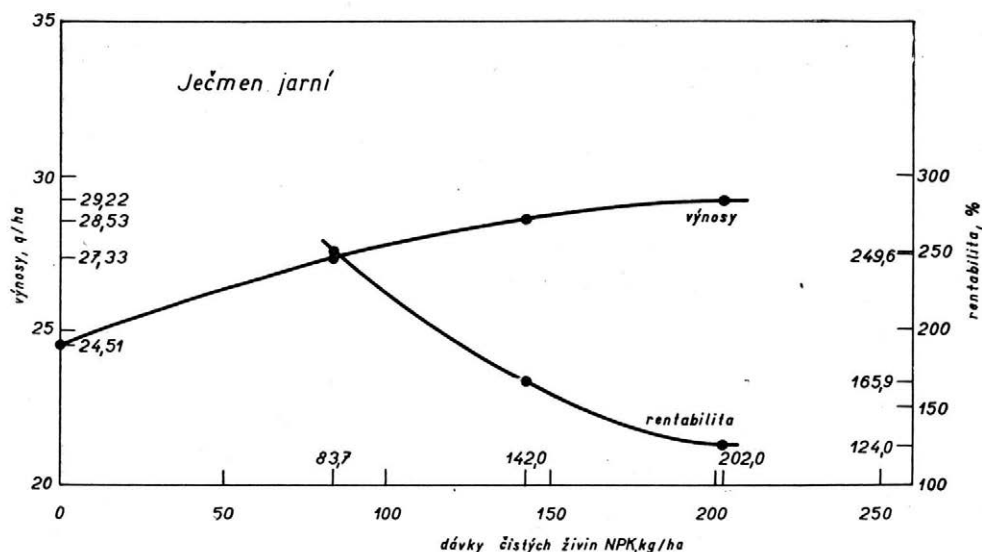
Kombinace	Celkové dávky čistých živin $N + P_2O_5 + K_2O$	
	obilniny	okopaniny
Ø	Ø	Ø
I.	80	140
II.	140	200
III.	200	260

Tyto hladiny vyhnojení byly zvoleny tak, aby zachytily rozsah intenzity hnojení průmyslovými hnojivy, plánovaný pro budoucí období. Při stanovení konkrétních dávek jednotlivých živin v rámci dané hladiny vyhnojení a při určení druhů hnojiv se vycházelo z požadavků plodin, agrochemických vlastností půdy, z vyhnojení statkovými hnojivy a z předplodin. Statková hnojiva se do celkové dávky živin nepočítala. Pevné poměry živin nebo druhů hnojiv ne-

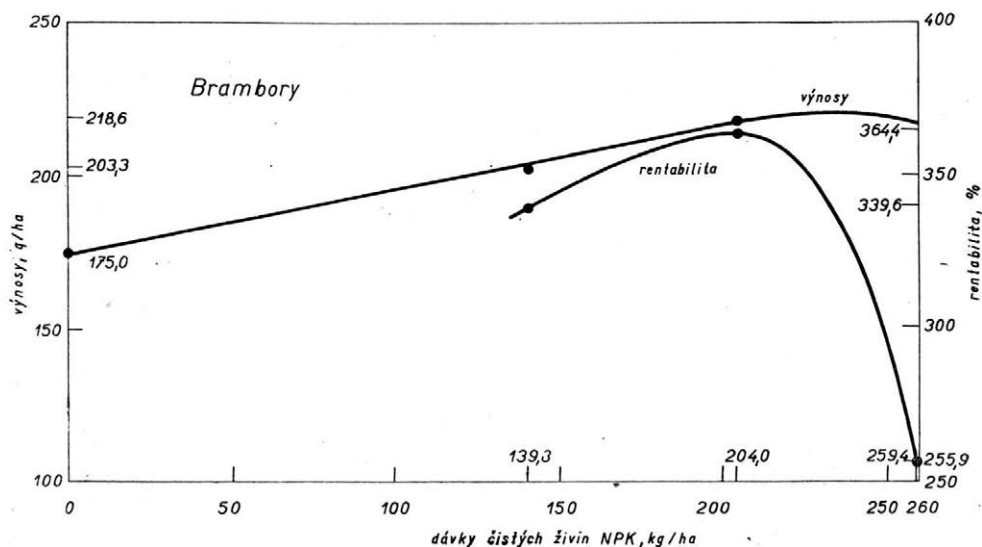
byl dány, byly určeny tak, aby optimálně vystihovaly místní podmínky. Pokusy této skupiny byly jednak charakteru pokusů poloprovazných, jednak byly provedeny jako přesné polní pokusy se čtvrtým opakováním. Výměra dílců u poloprovazných pokusů činila 0,25 až 0,35 ha, u malopolíckových přesných pokusů se dbalo všech



1.

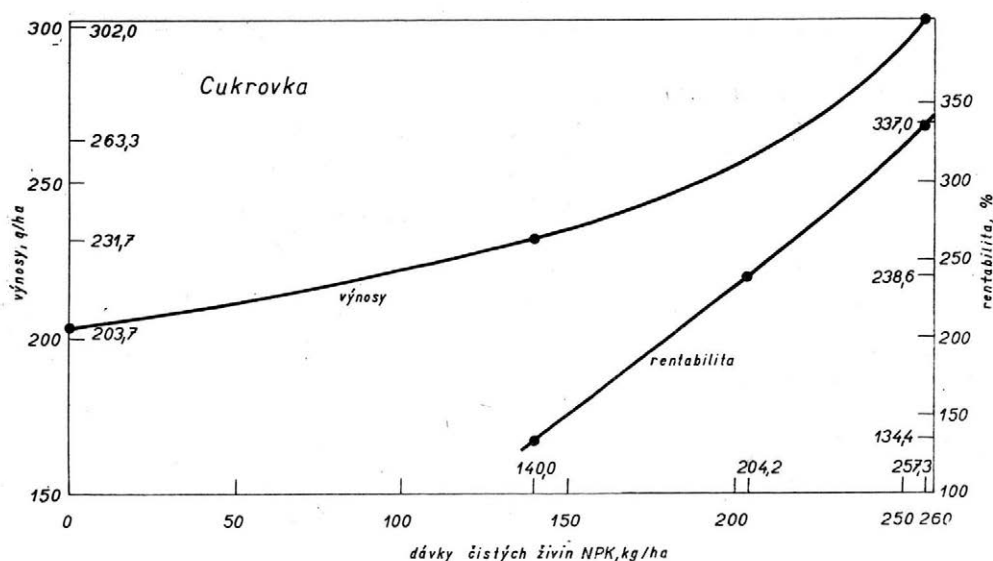


2.



běžných zásad přesných polních hnojařských pokusů. U pšenice se hodnotí výsledky 17 poloprovozních pokusů, u ječmene jarního výsledky 27 poloprovozních pokusů a 3 přesných pokusů, u brambor 9 poloprovozních a 2 přesných pokusů, u cukrovky se hodnotí výsledky 3 poloprovozních pokusů.

Hlavní číselné údaje o výsledcích zjištěných v pokusech se stupňovanými dávkami a o ekonomice jsou uvedeny v tabulkách II a III. V tabulce II je uveden přehled základních údajů pro hlavní plodiny, z těchto údajů se v tabulce III vyčíslují čisté důchody, kterých by se u hlavních plodin dosáhlo hnojením na dané plodiny v celostátním měřítku.



4.

Grafy 1—4. Závislost výnosů a rentability hnojení na výši dávek živin u hlavních plodin

Vztahy mezi výši dávek živin, dosaženými výnosy a rentabilitou hnojení nejlépe vynikají při grafickém znázornění (viz grafy 1 až 4).

II. Srovnání účinnosti živin při stupňovaných dávkách průmyslových hnojiv

Plodina	Stupeň vyhnojení	Hladina vyhnojení průmyslovými hnojivy kg/ha NPK	Dosažený přírůstek výnosu proti nehnnojené kontrole		Rentabilita %	Čistý důchod dosažený na 1 kg NPK Kčs
			absolutně kg/ha	na 1 kg NPK kg/ha		
Pšenice ozimá	I.	83,3	332	4,0	233,7	3,77
	II.	139,8	641	4,6	275,0	4,53
	III.	198,4	765	3,9	217,7	3,58
Ječmen jarní	I.	83,7	282	3,4	249,6	3,73
	II.	142,0	403	2,8	165,9	2,74
	III.	202,2	471	2,3	124,0	2,00
Brambory	I.	139,8	2826	20,2	339,6	4,69
	II.	204,0	4382	21,5	364,4	5,06
	III.	259,4	4360	16,8	255,9	3,63
Cukrovka	I.	140,0	2800	20,0	134,4	2,18
	II.	204,2	5960	29,2	238,6	3,92
	III.	257,3	9830	38,2	337,0	5,59

III. Ekonomické zhodnocení působení zvýšených dávek průmyslových hnojiv u hlavních plodin podle osevních ploch v ČSSR

Plodina a osevní plocha	Intenzita hnojení průmyslovými hnojivy kg/ha NPK	Zvýšení výnosů dosažené hnojením průmyslovými hnojivy		Náklady na průmyslová hnojiva v Kčs	Čistý důchod dosažený hnojením Kčs	Rentabilita %
		v t	v Kčs			
Pšenice 720 000 ha	83,3 139,8 198,4	239,040 461,520 550,800	322,704 000 623,052 000 743,580 000	96,703 200 166,147 200 234,064 800	226,000 800 456,904 800 509,515 200	233,7 275,0 217,7
Ječmen 650 000 ha	83,7 142,0 202,2	183,300 261,950 306,150	284,115 000 406,022 500 474,532 500	81,276 000 152,672 000 211,815 500	202,839 000 253,350 500 262,717 000	249,6 165,9 124,0
Brambory 520 000 ha	139,8 204,0 259,4	1 469,520 2 278,640 2 267,200	440,856 000 683,592 000 680,160 000	100,287 200 147,201 600 191,100 000	340,569 000 536,390 400 489,060 000	339,6 364,4 255,9
Cukrovka 243 500 ha	140,0 204,2 257,3	681,800 1 451,260 2 393,605	129,542 000 275,739 400 454,784 950	55,250 150 81,433 700 104,062 160	74,291 850 194,305 700 350,722 790	134,5 238,6 337,0

Hodnocení účinnosti živin u hlavních plodin

Hlavní údaje o účinnosti živin (s nehnojenou kombinací) jsou shromážděny v tabulce II. Hodnocení této účinnosti při různě vysokých dávkách a srovnání u jednotlivých plodin je nejvhodnější na základě čistého důchodu v Kčs, dosaženého na 1 kg čistých živin NPK (viz tabulku IV).

IV.

Pořadí	Čistý důchod Kčs	Plodina	Hladina živin kg/ha NPK	Pořadí	Čistý důchod Kčs	Plodina	Hladina živin kg/ha NPK
1.	5,59	cukrovka	260	7.	3,63	brambory	260
2.	5,06	brambory	200	8.	3,58	pšenice	200
3.	4,69	brambory	140	9.	3,21	pšenice	80
4.	4,53	pšenice	140	10.	2,74	ječmen	140
5.	3,92	cukrovka	200	11.	2,18	cukrovka	140
6.	3,73	ječmen	80	12.	2,00	ječmen	200

Na čelných místech tohoto přehledu stojí okopaniny a z nich hlavně cukrovka s intenzitou 260, u které bylo při finančním vyjádření dosaženo nejvyšší účinnosti živin — 5,59 Kčs. Brambory s intenzitou 200 zaujímají druhé místo — 5,06 Kčs. Obiloviny zaujímají až další místa v pořadí účinnosti: pšenice s intenzitou 140 stojí až na čtvrtém místě (4,53 Kčs) a ječmen s intenzitou 80 až na šestém místě (3,73 Kčs).

Z tohoto přehledu vyplývá, že z hlediska účinnosti živin při vhodné intenzitě hnojení je neúčelnější hnojit okopaniny a teprve potom obiloviny. Z okopanin je maximální účinnost vyšší u cukrovky než u brambor, z obilovin je maximální účinnost vyšší u pšenice než u ječmene.

Hodnocení nákladů na hnojiva

Náklady na dodané čisté živiny závisí na těchto činitelích: výše dávky živin, poměr jednotlivých živin a druhy hnojiv, ve kterých byly živiny dodány. Poměr živin a druhy hnojiv jsou v základě závislé na požadavcích rostliny, způsobených podle zařazení v osevním postupu a podle půdních podmínek. Další příčina, která ovlivňuje změnu poměru živin, je zužování poměru $N : P_2O_5 : K_2O$ při vyšších hladinách hnojení.

Při zvýšené intenzitě hnojení bude nutno počítat se zvýšenými náklady na průmyslová hnojiva, jež budou ovlivněny zmíněnými faktory. Výsledky pokusů zachycují tyto podmínky při propočtu nákladů na hnojení v nastávajících letech s vysokou intenzitou hnojení.

V. Náklady na hnojiva při různých hladinách živin

Hladina vyhnojení kg/ha NPK	Plodina	Poměr $N : P_2O_5 : K_2O$	Náklady na hnojiva Kčs/ha	
			celkem	na 1 kg NPK
80	pšenice oz. ječmen j.	1 : 1,66 : 2,29	134,31	1,61
		1 : 3,39 : 4,51	125,04	1,49
140	pšenice oz. ječmen j. brambory cukrovka	1 : 1,36 : 1,95	230,76	1,65
		1 : 2,09 : 2,61	234,88	1,65
		1 : 1,00 : 3,41	192,86	1,37
		1 : 0,77 : 1,62	226,90	1,62
200	pšenice oz. ječmen j. brambory cukrovka	1 : 1,24 : 1,87	325,09	1,63
		1 : 1,76 : 2,61	325,87	1,61
		1 : 1,02 : 3,19	283,08	1,38
		1 : 0,76 : 1,56	334,43	1,63
260	brambory cukrovka	1 : 1,01 : 3,14	367,50	1,41
		1 : 0,72 : 1,46	427,36	1,66

Z přehledu je patrné, že při hladině vyhnojení 80 kg/ha NPK činí náklady na průmyslová hnojiva zhruba 130 Kčs na 1 ha, při hladině 140 kg/ha NPK činí zhruba 230 Kčs, při hladině vyhnojení 200 kg/ha přibližně 330 Kčs a při hladině vyhnojení 260 kg/ha 430 Kčs na 1 ha. Tyto údaje platí pro hlavní plodiny mimo brambory, u kterých vychází náklady na hnojiva níže. Je to dáno nižším podílem dusíku a fosforu a větším podílem drasla ve srovnání s ostatními plodinami.

Cena 1 kg čistých živin při hnojení hlavních plodin různou intenzitou činí zhruba 1,60 Kčs pro téměř všechny plodiny a intenzity hnojení. Výjimkou jsou

opět brambory, u nichž je průměrná cena 1 kg NPK nižší a činí zhruba 1,40 Kčs. S tímto cenovým rozdílem je třeba počítat při posuzování mezi rentabilitou hnojení a čistým důchodem na 1 kg NPK při vzájemném srovnávání různých plodin.

Z á v ě r y

Z výsledků polních pokusů se stupňovanými dávkami živin v průmyslových hnojivech u hlavních plodin, provedených v letech 1957 až 1960, byly vytvořeny tyto hlavní závěry, které mají platnost pro dnešní odrůdy pěstovaných kultur a současné výrobní podmínky:

1. U pšenice ozimé je účelné používat dávky čistých živin až 200 kg/ha NPK, a to jak z hlediska účinnosti živin, tak i z hlediska rentability.

2. U ječmene jarního je účelné používat dávky čistých živin až do 140 kg/ha NPK, kdy je vyhovující účinnost živin i rentabilita hnojení.

3. U brambor je účelné používat dávky čistých živin ve výši 200 až 220 kg/ha NPK, při kterých se dosahuje velmi dobré rentability hnojení i účinnosti živin. Je nutno mít na zřeteli, že vliv na nízkou účinnost vyšších dávek průmyslových hnojiv u brambor má kvalita sadby i současná, mnohdy špatná, agrotechnika pěstování bramborů.

4. U cukrové řepy není 260 kg/ha čistých živin NPK maximální hranicí, při které by bylo hnojení ještě účelné. Z hlediska výnosů, účinnosti živin i ekonomiky hnojení bude možné a prospěšné používat dávky daleko vyšší.

5. Při stupňování dávek živin docházelo u jednotlivých plodin k zužování poměru $N : P_2O_5 : K_2O$. Podíl dusíku se zvyšoval, podíl fosforu a drasla se snižoval. Rozsah těchto změn byl u jednotlivých plodin rozdílný.

6. Při praktických kalkulacích nákladů na vyšší dávky živin na 1 ha je možno počítat s cenou 130 Kčs za 80 kg živin, 230 Kčs za 140 kg živin, 330 Kčs za 200 kg živin a 430 Kčs za 260 kg živin pro hlavní plodiny, při čemž cena 1 kg NPK živin činí zhruba 1,60 Kčs.

7. Při hodnocení čistého důchodu dosaženého na 1 kg NPK vyplývá, že nejúčelnější je hnojit okopaniny a teprve potom obiloviny. Z okopanin je účinnost živin vyšší u cukrovky než u brambor, z obilovin je účinnost vyšší u pšenice než u ječmene.

Tyto závěry o účinnosti živin je třeba hodnotit z hlediska současného stavu celkové agrotechniky, při zlepšené agrotechnice lze předpokládat vyšší účinnost.

Návrhy na využití v zemědělské praxi

Většina závěrů o vhodné intenzitě hnojení představuje průměry z různých výrobních oblastí s odlišnými podmínkami půdními a klimatickými. Využití těchto poznatků je proto především charakteru národohospodářského a plánovacího:

1. Zjištěné poznatky o vlivu průmyslových hnojiv potvrzují, že v podmínkách Československa jsou průmyslová hnojiva důležitým výrobním prostředkem, který umožňuje podstatné zvyšování hektarových výnosů plodin.

2. Zjištěné poznatky dále dosvědčují, že zvýšení dodávek průmyslových hnojiv do zemědělství je nanejvýš nutné a že směr, který byl v tomto ohledu nastoupen, je úplně správný.

3. Podle zjištěných nejvhodnějších intenzit hnojení průmyslovými hnojivy k hlavním plodinám je možno usuzovat, že dávky živin, plánované na rok 1965, nebudou zdaleka maximální hranicí, která by byla účelná pro podmínky Československa.

4. Při plánování dalšího zvyšování dodávek živin v průmyslových hnojivech do zemědělství bude možno využít číselné hodnoty pro jednotlivé plodiny, uvedené v tomto příspěvku, bude je však třeba uvést v soulad se všemi ostatními podmínkami.

5. Při rozvaze ekonomiky zemědělských závodů v podmínkách vyšší intenzity používání průmyslových hnojiv, lze přímo využít uvedené údaje o nákladech na hnojiva při různých intenzitách.

6. Z poznatků o účinnosti živin u jednotlivých plodin podle finančního hodnocení vyplývá přímé doporučení pro zemědělskou praxi: živiny se nejlépe využijí u okopanin, zejména cukrovky, proto je tyto plodiny účelné hnojit přednostně. Menší využití živin je u obilovin, z nichž je lepší využití u pšenice, nejslabší u jarního ječmene. Těmito zásadami je třeba se řídit hlavně v podmínkách současného nedostatku živin.

Došlo dne 8. 11. 1961.

Literatura

1. Duch oň F.: Agrochemie. 1959, Praha SZN. — 2. Kolařík J.: Zlepšená soustava výživy rostlin. 1959, Praha ČSAZV ve SZN. — 3. Škopík P.: Strojená hnojiva a jejich použití v rostlinné výrobě. 1957, Praha SZN. — 4. Baier J.: Malá abeceda výživy rostlin. 1957, Praha SZN. — 5. Selke W.: Die Düngung. 1957, Berlin, Deutscher Bauernverlag, 3. Auflage. — 6. Kollings G. Ch.: Промышленны́е удобрения, их производство и применение. Перевод из английского под редакцией канд. с.-с.-х. наук Е. Я. Шконде. 1960, Москва, ГИСЛ.

К вопросу экономической оценки эффективности повышенных доз минеральных удобрений

Из результатов полевых опытов с повышающимися дозами питательных веществ в минеральных удобрениях у основных культур, проведенных в 1957—1960 гг., были сделаны следующие главные выводы, имеющие значение для существующих сортов выращиваемых культур и современных условий производства:

1. У пшеницы озимой целесообразно применять дозы чистых питательных веществ до 200 кг/га NPK, а именно как с точки зрения эффективности питательных веществ, так и с точки зрения рентабельности.

2. У ячменя ярового целесообразно применять дозы чистых питательных веществ вплоть до 140 кг/га NPK, при которых эффективность питательных веществ и рентабельность удобрения удовлетворительны.

3. У картофеля целесообразно применять дозы чистых питательных веществ в количестве 200—220 кг/га NPK, при которых достигаются весьма высокая рентабельность удобрения и эффективность питательных веществ. Необходимо помнить, что на низкую эффективность более высоких доз минеральных удобрений у картофеля влияет качество посадочного материала и существующая, часто плохая агротехника выращивания картофеля.

4. У сахарной свеклы 260 кг/га чистых питательных веществ NPK не является максимальной границей, при которой бы было удобрение еще целесообразно. С точки зрения урожая, эффективности питательных веществ и экономики удобрения можно успешно применять дозы гораздо большие.

5. При повышенных дозах питательных веществ у отдельных культур происходило сужение отношения $N : P_2O_5 : K_2O$. Доля азота повышалась, доля фосфора и калия понижалась. Величина этих изменений у разных культур была различной.

6. При практических калькуляциях расходов на более высокие дозы питательных веществ на 1 га можно рассчитывать на цену 130 крон за 80 кг питательных веществ, 230 крон за 140 кг питательных веществ, 330 крон за 200 кг питательных веществ и 430 крон за 260 кг питательных веществ для основных культур; при этом цена 1 кг NPK питательных веществ в общем составляет 1,60 кроны.

7. При оценке чистого дохода, достигнутого на 1 кг NPK, вытекает, что наиболее целесообразно удобрять пропашные культуры и только потом зерновые. Из пропашных эффективность питательных веществ у сахарной свеклы выше, чем у картофеля, из зерновых эффективность у пшеницы выше, чем у ячменя.

Эти выводы об эффективности питательных веществ необходимо оценивать с точки зрения современного состояния общей агротехники, при улучшенной агротехнике можно предполагать более высокую эффективность.

Beitrag zur ökonomischen Bewertung der Wirkung erhöhter Kunstdüngergaben

Die Ergebnisse der in den Jahren 1957—1960 unternommenen Feldversuche mit gesteigerten Nährstoffgaben in Kunstdüngerform führten für die Hauptfeldfrüchte zu nachstehenden Schlußfolgerungen, die für die heutzutage angebauten Kulturen und die gegenwärtigen Produktionsbedingungen gültig sind:

1. Sowohl vom Standpunkt der Wirksamkeit der Nährstoffe, als auch vom Standpunkt der Rentabilität empfiehlt es sich beim Winterweizen Nährstoff-Reingaben bis zu 200 kg/ha NPK zu verwenden.

2. Für die Sommergerste sind reine Nährstoffgaben bis zu 140 kg/ha NPK zweckmäßig, in welchem Falle die Wirksamkeit der Nährstoffe und die Rentabilität der Düngung zufriedenstellend sind.

3. Für die Kartoffeln sind reine Nährstoffgaben von 200—220 kg/ha NPK zweckmäßig, bei denen sehr gute Rentabilität, Düngung und Wirksamkeit der Nährstoffe erreicht werden. Es ist in Betracht zu ziehen, daß sowohl die Pflanzgutqualität als auch die gleichzeitige oft schlechte Agrotechnik des Kartoffelbaus die Wirksamkeit höherer Kunstdüngergaben bei Kartoffeln negativ beeinflussen.

4. Bei der Zuckerrübe stellen 260 kg/ha reine Nährstoffe keine Höchstgrenze dar, bei der die Düngung noch zweckmäßig wäre. Vom Standpunkt der Erträge, der Nährstoffwirkung sowie der Düngungsökonomik wird es möglich und nutzbringend sein, viel höhere Gaben zu benützen.

5. Durch die Steigerung der Nährstoffgaben kam es bei einzelnen Feldfrüchten zu einer Verringerung des Verhältnisses $N : P_2O_5 : K_2O$. Der Stickstoffanteil stieg, während der Phosphor- und Kalianteil zurückging. Der Umfang dieser Veränderungen war je nach den Feldfrüchten verschieden.

6. Bei praktischen Kalkulationen der mit höheren Nährstoffgaben je 1 ha verbundenen Aufwendungen kann man mit einem Preis von 130,— Kčs/80 kg Nährstoffe, 230,— Kčs/140 kg Nährstoffe, 330,— Kčs/200 kg Nährstoffe und 430,— Kčs/260 kg Nährstoffe bei den Hauptfeldfrüchten rechnen, wobei 1 kg NPK Nährstoffe etwa 1,60 Kčs kostet.

7. Die Bewertung des Reineinkommens pro 1 kg NPK ergibt, daß es am vorteilhaftesten ist, zuerst die Hackfrüchte und erst dann die Getreidefrüchte zu düngen. Bei den Hackfrüchten ist die Nährstoffwirkung auf die Zuckerrübe größer als auf die Kartoffeln, bei den Getreidefrüchten ist sie größer beim Weizen als bei der Gerste.

Diese Schlußfolgerungen über die Wirkung der Nährstoffe sind vom Standpunkt des gegenwärtigen Standes der Gesamtagrotechnik zu bewerten; bei besserer Agrotechnik kann man eine höhere Wirkung voraussetzen.

Metabolismus klíčních rostlin hrachu

II. Metabolismus fosforu a cukrů v klíčících semenech hrachu

Метаболизм у прорастающих растений гороха

II. Метаболизм фосфора и сахаров в прорастающих семенах гороха

Metabolismus keimender Erbsenpflanzen

II. Phosphor- und Zuckermetabolismus in keimenden Erbsensamen

ScC. RNDr. Vladimír JIRÁČEK, prom. chem. Jarmila KŮTOVÁ,

ScC. RNDr. PhMr. Sylva LEBLOVÁ-SVOBODOVÁ

*Přírodovědecká fakulta Karlovy university, katedra biochemie, vedoucí prof. dr.
J. Košťiř, Praha*

Téměř všechny práce z poslední doby pojednávající o obsahu a dynamice fosforečných sloučenin v rostlinách zahrnují sledování inkorporace a transportu radioaktivního izotopu fosforu P^{32} v řadě rostlinných druhů (obilniny, slunečnice apod.) (5, 6, 13, 17, 18). V těchto případech byl sledován metabolismus P^{32} dodaného zvenčí. Řada autorů zabývala se též dynamikou sloučenin fosforu, uložených v semenech, při klíčení. Takto byla stanovena řada forem fosforu (anorganický, organický, rozpustný a nerozpustný v kyselině trichloroctové, fosfor nukleosidů, nukleových kyselin a fosfolipidů) ve velkém počtu rostlinných druhů (3, 4, 7, 10, 14, 15, 20, 22, 28, 29). Výsledky těchto prací se shodují v tom, že byl zjištěn vzestup obsahu anorganického fosforu na úkor fosforu organického během klíčení semen.

Metabolismem a transportem několika druhů fosforečných sloučenin v hrachu a ještě jiných rostlinách se zabýval R. Weiss (29). Stanovení fosforu bylo provedeno u semen po 0, 4, 8 a 12 dnech klíčení v temnu, a to v celých klíčících rostlinkách hrachu. Bylo zjištěno, že anorganický fosfor vzniká z organických sloučenin kyseliny fosforečné během odbourávání zásobních látek (7). Považovali jsme proto za nutné podrobněji sledovat změny anorganického a organického fosforu během klíčení v kratších časových intervalech, a to odděleně v jednotlivých částech klíčících rostlin (dělohy, kořeny a osy).

Stanovili jsme anorganický fosfor vedle fosforu celkového a součtu ostatních frakcí, souhrnně označených jako fosfor organický, v semenech nenaklíčených a v klíčících rostlinách po 1, 2, 4, 6 a 8 dnech klíčení.

Vzhledem k tomu, že metabolismus fosforu je nerozlučně a těsně spjat s metabolismem cukerných látek, sledovali jsme též obsah jednotlivých cukrů v klíčících rostlinách hrachu chromatograficky od 0. do 8. dne, a to každý den. Obsah cukrů redukujících a neredukujících byl stanoven v klíčících rostlinkách hrachu po 0., 1., 2., 4., 6. a 8. dnu klíčení na světle kolorimetricky metodou S o m o g y i - N e l -

sonovou (19, 24). V literatuře nacházíme práce zabývající se stanovením dynamiky cukrů v klíčnicích rostlinkách různých semen (2, 9, 11, 12, 23). Ve většině případů byla semena nakličena ve tmě, jak tomu bylo i v práci Wannerové (26) a Vítkové (25), jež se obě zabývaly metabolismem cukrů v etiolovaných klíčnicích rostlinkách hrachu. Ve své práci jsme sledovali obsah cukrů v klíčnicích rostlinkách hrachu rostoucích na světle, což více vystohuje poměry při klíčení v přírodě, zvláště v jeho pozdějším období.

Materiál a metody

Hrách (druh Unikum ze šlechtitelské a výzkumné stanice Kralice na Hané) byl nakličován v počtu 80 semen na vlhkém filtračním papíru v Petriho miskách (průměr 20 cm). Semena klíčila na světle ve skleníku za přisvětlování zářivkami. Obsah celkového a anorganického fosforu byl stanoven přímo, hodnoty obsahu fosforu organického byly zjištěny jako rozdíl hodnot celkového a anorganického fosforu. Stanovení bylo provedeno metodou Allenovou (1). Při stanovení celkového fosforu byl rostlinný materiál nejprve mineralizován směsí kyseliny sírové a dusičné. Od mineralizace kyselinou chloristou, jak ji popisuje Allen, bylo upuštěno, neboť při zkušebním stanovení došlo k prudké explozi. Mineralizace byla provedena takto: do Kjeldahlovy baňky (100 ml) byl navážen 1 g rostlinného materiálu, přidáno 5 ml 96% H_2SO_4 pro analýzu a 3 ml 65% kyseliny dusičné. K zabránění utajeného varu byl přidán též varný porcelánový střípek. Zahříváno bylo na pískové lázni nejmenším plamenem až do vyjasnění. Teplota pískové lázně nesmí překročit 200°C během celé mineralizace, aby nedošlo k vytékání kyseliny fosforečné. Po ochlazení bylo zředěno 5 ml destilované vody a vařeno do odpaření na původní objem. Po opětovném ochlazení byly přidány 3 ml 30% peroxydu vodíku (pro analýzu) a mírně vařeno, až byl mineralizát již bezbarvý. V některých případech byl nutno přidat peroxyd vodíku několikrát. Nadbytek oxydačních činidel byl odstraněn přidávkem 5 ml 96% etanolu (velmi opatrně za studena) a povařením. Zhnědlý mineralizát byl opět vyčeren peroxydem vodíku a po vychladnutí zředěn destilovanou vodou po 50 ml v odměrné baňce.

Při vlastním stanovení celkového fosforu bylo do odměrných baněk obsahu 25 ml pipetováno 2–5 ml zředěného mineralizátu, podle potřeby doplněno na 5 ml přidávkem 16% roztoku kyseliny sírové a zahřáto na vroucí vodní lázni po dobu 10 minut, aby byly rozloženy případně přítomné pyrofosfáty. Po ochlazení byly přidány 3 ml 1N roztoku KOH, zředěno přidávkem asi 10 ml destilované vody a ochlazen v lázni se studenou vodou. Potom bylo přidáno 2 ml redukčního činidla, *) 1 ml roztoku molybdenu amonného, **) doplněno na 25 ml destilovanou vodou, promícháno a po 10 až 30 minutách změřena extinkce proti slepému vzorku za použití červeného filtru B 2 na kolorimetru Chirana (nebo při 630 m μ na spektrofotometru). Z každého ze dvou paralelních mineralizátů byly odebrány dva vzorky, u nichž byla měřena extinkce vždy ve dvou souběžných vzorcích, takže výsledné hodnoty jsou průměrem z osmi měření. Množství fosforu bylo pak podle extinkce odečteno z kalibrační křivky. Kalibrační křivka byla získána změřením obsahu fosforu ve standardním fosfátovém roztoku: 1,0967 g KH_2PO_4 p. a. (vy-

*) 25 g NaHSO_3 p. a., 5 g Na_2SO_3 krystal. p. a. a 0,417 g 1-amino-2-naftolsulfonové kyseliny postupně za tepla rozpuštěno ve 200 ml destilované vody a doplněno na 250 ml destilovanou vodou. Roztok vydrží v tmavé láhvi nejdéle 10 dní.

**) 8,3% roztok molybdenanu amonného p. a. Pro usnadnění rozpuštění je vhodné přidat 1/25 objemu amoniaku.

sušeného přes noc v sušárně) je rozpuštěno ve 200 ml destilované vody a doplněno destilovanou vodou do 250 ml. Tento roztok je pak zředěn destilovanou vodou v poměru 1 díl roztoku + 9 dílů vody. Do osmi 25 ml odměrných baněk bylo pipetováno 0,3 až 2,0 zředěného fosfátového roztoku, přidáno 5 ml 16% H_2SO_4 , 3 ml 5 N KOH a asi 10 ml destilované vody a ochlazeno. Další postup byl stejný jako při stanovení celkového fosforu z mineralizátu.

Anorganický fosfor byl stanoven v podstatě stejným způsobem v extraktu, který byl připraven tak, že 3 až 5 g rostlinného materiálu bylo extrahováno dvojnásobným objemem 1,5 N kyseliny chloristé, vychlazené v lednici (21). Extrakt byl zfiltrován přes skleněný filtr a doplněn destilovanou vodou do 50 ml. Pro stanovení bylo pipetováno do 50 ml Erlenmaeyrových baněk 5–10 ml extraktu do stejného objemu doplněno destilovanou vodou, přidány 2 ml 60% kyseliny chloristé, 2 ml redukčního činidla, 1 ml roztoku molybdenanu, protřepáno a po 10 až 15 minutách přidán 1 ml 10% roztoku kyseliny šťavelové. Vzhledem k tomu, že se po přidání činidel k extraktu vytvořil zákal, bylo vzniklé modré zabarvení vytřepáno do 15 ml izobutylalkoholu a doplněno 96% etanolem na 25 ml. U vzorků obsahujících značné množství zásobních látek (extraktu z děloh na počátku klíčení) se v izobutylalkoholickém výtřepku objevily částčky temně modré sraženiny. V takových případech byl izobutylalkoholický extrakt po doplnění 96% etanolem na objem 25 ml zfiltrován přes sklěnou vatou. Při sestrojování kalibrační křivky bylo pochopitelně postupováno stejným způsobem, i když se zákal netvořil.

Redukující cukry byly stanoveny v extraktu připraveném přelitím 2 g čerstvého rostlinného materiálu 15 ml vroucího 70% etanolu. Extrahováno bylo při normální teplotě přes noc, potom odsáto a doplněno 70% etanolem na 25 ml (27). Extrakce 70% etanolem má proti extrakci vodou tu výhodu, že jednak odpadá deproteinace různými činidly, např. hydroxydem zinečnatým, na jehož sraženinu se adsorbují cukerné sloučeniny a tak dochází ke ztrátám, jednak že extrakty lze v lednici uchovávat delší dobu bez významnějších změn. Ke stanovení redukujících cukrů je nutno extrakty z děloh zředit destilovanou vodou dvakrát, z kořenů i os desetkrát. Ke stanovení celkových cukrů zředíme extrakt z děloh dvacetkrát a z kořenů i os desetkrát.

Při stanovení redukujících cukrů pipetujeme do 25 ml odměrných zkumavek 1 ml zředěného extraktu, 1 ml destilované vody a 2 ml měďnatého činidla (19, 24). Roztok zahříváme ve vroucí vodní lázni 25 minut, ochladíme a přidáme 2 ml arsenomolybdenanového činidla. Důkladně protřepáme, doplníme destilovanou vodou na 25 ml, promícháme a měříme extinkci proti slepému pokusu na kolorimetru Chirana s červeným filtrem (nebo na spektrofotometru při 520 m μ). Obsah redukujících cukrů (vyjádřených v mg glukózy) se odečte z kalibrační křivky sestrojené pomocí standardního roztoku glukózy. Při stanovení celkových cukrů pipetujeme do 25 ml odměrných zkumavek 1 ml zředěného extraktu a hydrolýzu provedeme 0,12 ml 9% kyseliny sírové. Třicet minut zahříváme ve vodní lázni při 60–70° C. Po ochlazení neutralizujeme 0,9 ml směsi $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$,*) promícháme a přidáme 2 ml měďnatého činidla. Další postup je shodný s postupem při stanovení redukujících cukrů. Obsah neredukujících cukrů opět vyjádříme v mg glukózy. Mimo popsání stanovení byla provedena též analýza cukrů papírovou chromatografií. Vzorky pro chromatografii byly připraveny trojnásobnou extrakcí 1 až 7 g čerstvého rostlinného materiálu vždy trojnásobným objemem horkého 70% etanolu. Spojené extrakty byly ve vodní lázni ve vakuu odpařeny téměř do sucha a zbytek rozpuštěn v takovém množství 50% etanolu, aby výsledný objem byl 2 ml.

*) 0,33 N NaHCO_3 a 0,33 N Na_2CO_3 smícháme v poměru 1 : 2,4.

Objem vzorků nanášených na chromatogram byl volen tak, aby vždy odpovídal extraktu z 31 mg děloh, 8 mg kořenů či 13 mg os. Chromatografie byla provedena na papíru Whatman 1, vyvíjeno bylo šestkrát opakovaně ve směsi n-butanol—kyselina octová—voda (4 : 1 : 5) za použití tropeolinu 000 jako indikátoru toku. Detekce cukrů byla provedena difenylamin-anilinovým reagens způsobem popsaným v naší dřívější práci (16).

Výsledky a diskuse

Průměrné váhy jednotlivých orgánů i celých klíčnicích rostlin v pokusech, kdy byl sledován metabolismus fosforu resp. cukrů, jsou uvedeny v tabulkách I a II. Na základě těchto údajů bylo možno vypočítat obsah fosforu resp. cukrů v jednotlivých orgánech i klíčnicích rostlinách celých.

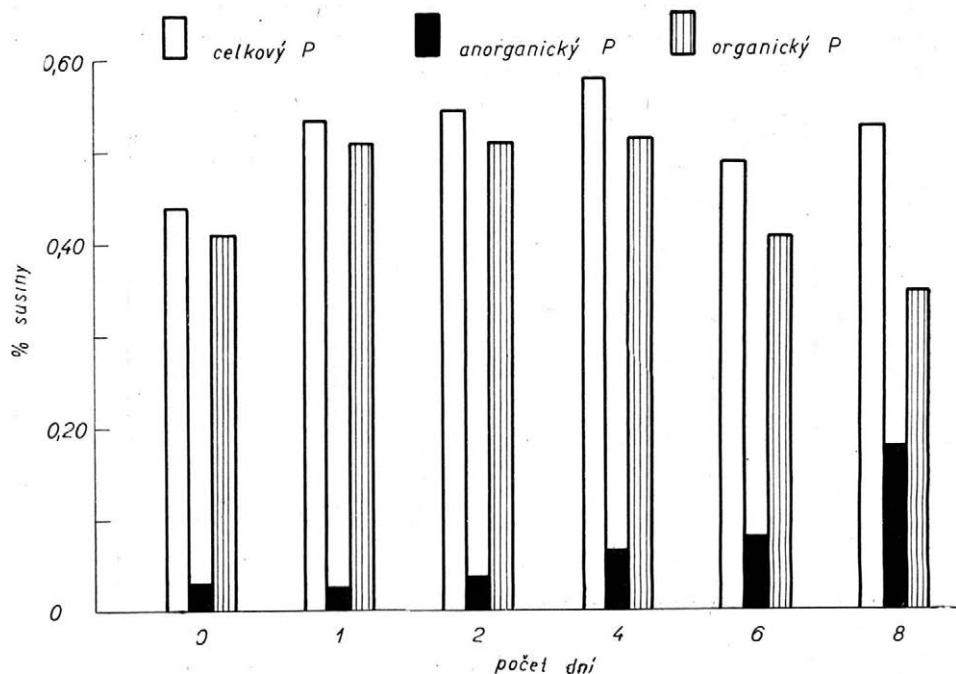
I. Průměrné čerstvé (A) a suché (B) váhy (v mg) jednotlivých orgánů i celých jedinců, vztahujících se ke stanovení fosforu

Orgán	Váha	Počet dní					
		0	1	2	4	6	8
Děloha	A	—	—	368,1	368,1	386,0	378,0
	B	—	—	158,2	144,8	150,5	143,0
Kořen	A	—	—	33,7	56,4	60,8	70,0
	B	—	—	4,55	5,64	5,32	7,57
Osa	A	—	—	—	27,9	26,9	32,5
	B	—	—	—	2,80	2,84	3,87
Celá rostlina	A	209	348	401	453	475	480
	B	184	161	163	153	159	154

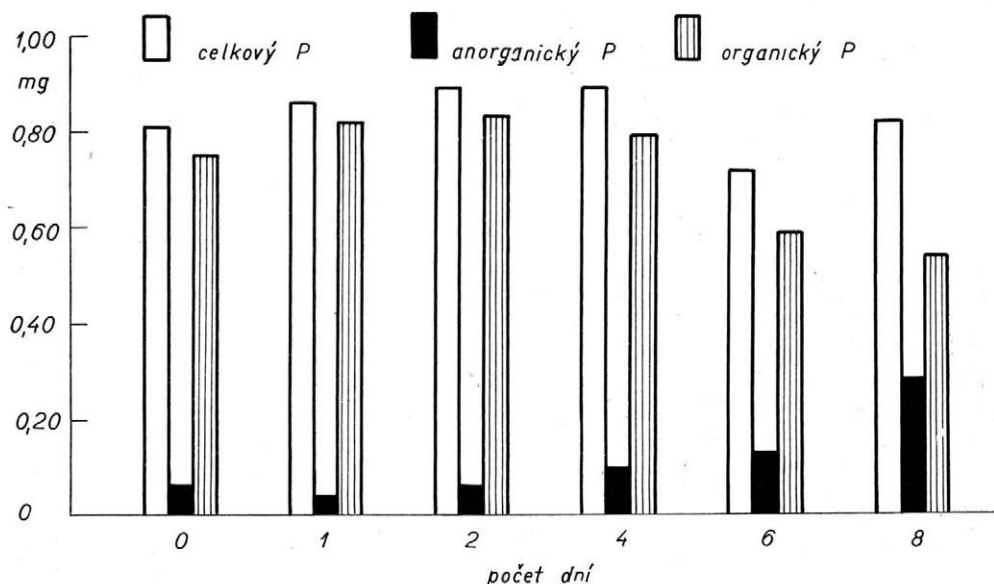
II. Průměrné čerstvé (A) a suché (B) váhy (v mg) jednotlivých orgánů i celých jedinců, vztahujících se ke stanovení cukrů

Orgán	Váha	Počet dní					
		0	1	2	4	6	8
Děloha	A	—	—	360,0	359,0	346,0	352,0
	B	—	—	151,0	147,8	132,0	123,0
Kořen	A	—	—	48,0	47,9	62,4	122,8
	B	—	—	5,2	5,1	6,4	12,9
Osa	A	—	—	—	21,0	34,0	58,7
	B	—	—	—	3,06	4,37	7,28
Celá rostlina	A	202	353	408	427	442	525
	B	179	160	156	156	143	143

Obsah celkového fosforu v celých rostlinách v procentech sušiny (graf 1) stoupá od 0. do 1. dne, pak je celkem konstantní až do 8. dne s výjimkou 6. dne, kdy poněkud klesá. Pokles 6. dne bylo by možno vysvětlit nejspíše vzrůstem obsahu ostatních, zejména uhlikatých látek v sušině, která rovněž 6. dne u celých rostlin stoupá. Obsah celkového fosforu přepočtený na jednu rostlinu (graf 2) je v pod-

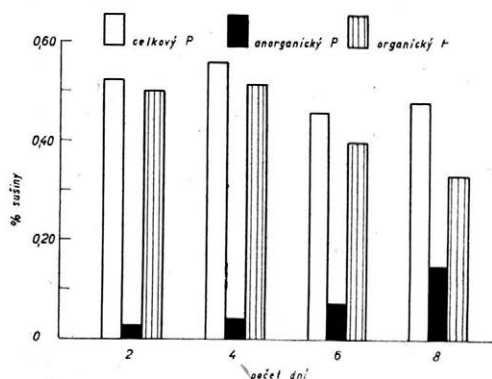


Graf 1. Obsah fosforu v celých rostlinách

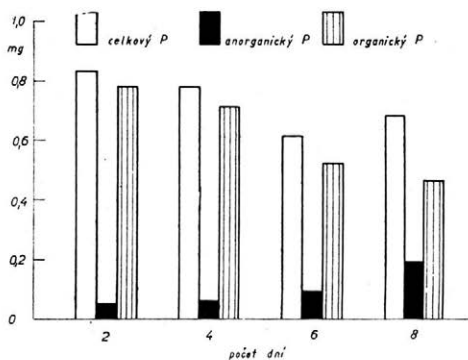


Graf 2. Obsah fosforu v 1 celé rostlině

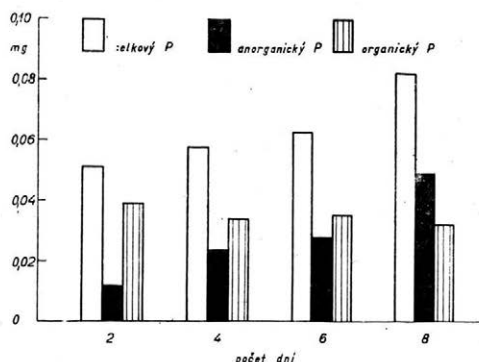
statě stále konstantní, s výjimkou 6. dne. Pokles obsahu celkového fosforu v dělohách, který je patrný jak při přepočtu na sušinu (graf 3), tak i na jednotlivý orgán (graf 4), ukazuje na poměrně značný transport fosforu do kořenů a os, který je také jasně viditelný (grafy 5 a 6). Pokles obsahu celkového fosforu v procentech sušiny v kořenech i osách (grafy 7 a 8) však znamená, že ostatních látek (v podstatě uhlíkatých) přibývá v těchto orgánech mnohem více než fosforu. Zajímavý je pokles celkového fosforu mezi 4. a 6. dnem v dělohách i osách (grafy 4 a 6), pro nějž však nemáme bližší vysvětlení.



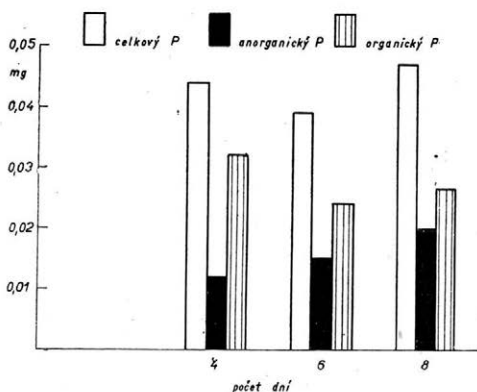
Graf 3. Obsah fosforu v dělohách



Graf 4. Obsah fosforu v 1 děložce



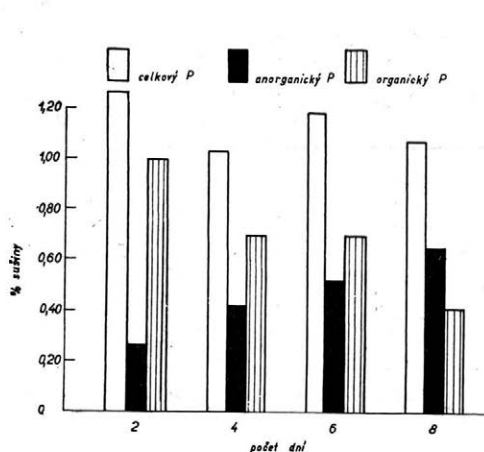
Graf 5. Obsah fosforu v 1 kořenu



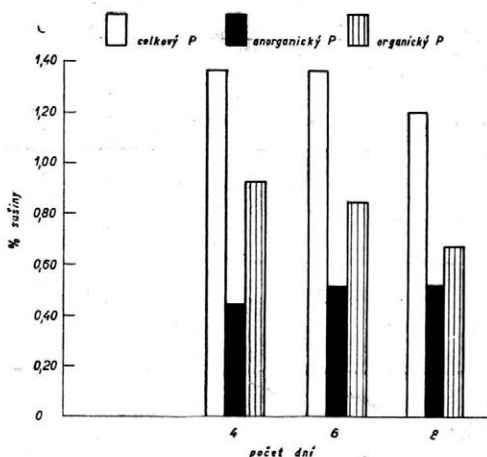
Graf 6. Obsah fosforu v 1 ose

Kromě transportu mezi jednotlivými orgány dochází během klíčení také k přechodu mezi anorganickou a organickou formou fosforu. Obecně lze říci, že od 1. dne po celou dobu klíčení ve všech orgánech přechází organický fosfor na anorganický, který v kořenech 8. dne dokonce převyšuje fosfor organický (graf 7). Toto zjištění se shoduje s údaji v literatuře (3, 7, 10, 20, 29). Minimální je obsah anorganického fosforu v semenech 1. dne (graf 2), kdy zřejmě dochází k vazbě kyseliny fosforečné na cukry uvolněné hydrolýzou a fosforolýzou škrobu. U kořenů je vzrůst obsahu anorganického fosforu mnohem vyšší než pokles obsahu organického fosforu, což nasvědčuje tomu, že do kořenů přechází fosfor ve formě anorganické. Podobně je tomu i u os, vezmeme-li v úvahu stav 4. a 8. dne. Mezi 6. a 8. dnem stoupá v osách obsah anorganického i organického fosforu současně, což se nikde

jinde nevyskytuje. Zřejmě dochází k vazbě fosforu na cukry — produkty fotosyntézy při současném přísunu anorganického fosforu z děloh. Vzdělání obsahu anorganického fosforu je mnohem vyšší v kořenech než v osách, což by mohlo být způsobeno přednostním transportem z děloh do kořenů. Největší vzestup obsahu anorganického fosforu (šestkrát) nacházíme v dělohách, obsah anorganického fosforu (v procentech sušiny) je však u děloh průměrně osmkrát nižší než ve vegetativních orgánech (grafy 3, 7 a 8), což je v souladu s citovanou literaturou. Obsah celkového fosforu v sušině je ve vegetativních orgánech průměrně pouze 2,5krát větší než v dělohách.



Graf 7. Obsah fosforu v kořenech



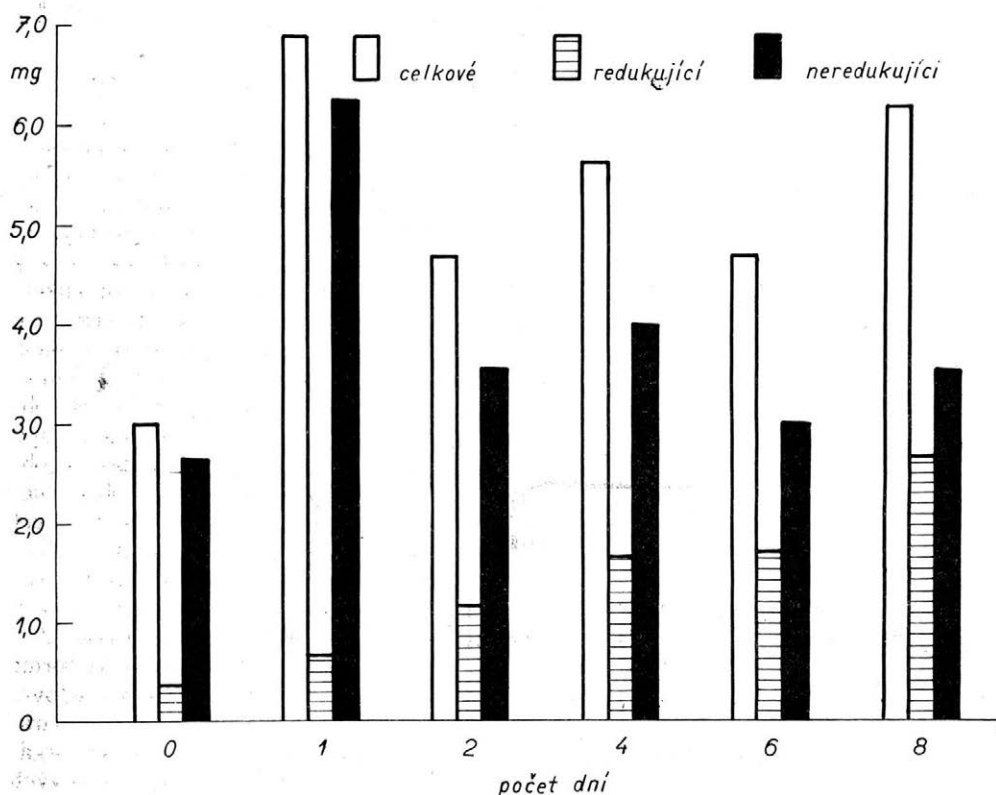
Graf 8. Obsah fosforu v osách

Obsah cukrů v celých rostlinách jak v sušině (tabulka III), tak i v absolutním množství na jednu rostlinku (graf 8) jeví 2 maxima: první a osmý den. V období mezi nultým a prvním dnem dochází ke zvýšení obsahu neredukujících i redukujících cukrů o více než 100 %. Je to jen důsledkem mohutné hydrolýzy zásobního škrobu v dělohách, který se mění na glukózu a z ní vznikají pak i cukry neredukující, tj. hlavně sacharóza. V této době dochází zřejmě i k tvorbě cukerných fosfátů, což je v souladu s poklesem anorganického fosforu právě mezi 0. a 1. dnem. Po silném vzrůstu obsahu cukrů následuje prudký pokles obsahu mezi 1. a 2. dnem, který je zřejmě způsoben metabolickými přeměnami cukrů, probíhajícími při intenzivním růstu rostlinek. Obsah redukujících cukrů silně stoupá, obsah neredukujících cukrů naopak klesá (graf 9). V období od 2. do 4. dne stoupá značně obsah redukujících a méně obsah neredukujících cukrů. Šestý den je obsah redukujících cukrů v celých rostlinách celkem stejný jako 4. den, obsah neredukujících cukrů však klesá. Konečně v období mezi 6. a 8. dnem dochází opět k menšímu vzestupu obsahu redukujících i neredukujících cukrů a tudíž i celkového obsahu cukrů v celých klíčcích rostlinek v důsledku tvorby cukrů fotosyntetickými procesy. Stejný průběh jako v celých rostlinách má obsah cukrů i v dělohách, které tvoří zdaleka největší podíl hmoty klíčcích rostlin (graf 10). Transport cukrů z děloh do vegetativních orgánů probíhá zřejmě výhradně ve formě sacharózy (30), což je v souladu s výsledky W a n n e r a (26), který sledoval transport cukrů z děloh do vegetativních orgánů u rostlin etiolovaných. Odbourávání škrobu probíhá v dělohách, kdežto štěpení sacharózy ve vegetativních orgánech (kořenech a osách). Průběh změn obsahu neredukujících a tím i celkových cukrů v dělohách je shodný u semen klíčících na světle nebo ve tmě pouze asi do

III. Obsah cukrů (vyjádřeno v % sušiny)

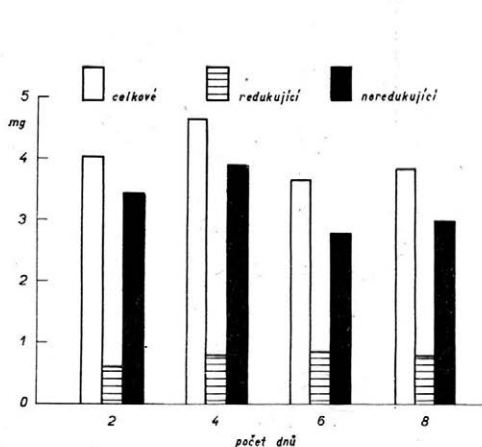
Cukry: A — redukující, B — neredukující, C — celkové

Orgány	Cukry	Počet dní					
		0	1	2	4	6	8
Dělohy	A	—	—	0,386	0,516	0,613	0,634
	B	—	—	2,293	2,654	2,137	2,506
	C	—	—	2,680	3,170	2,750	3,140
Kořeny	A	—	—	10,65	12,15	7,76	9,29
	B	—	—	1,50	1,42	1,77	2,13
	C	—	—	12,15	13,57	9,53	11,42
Osy	A	—	—	—	8,77	9,34	9,24
	B	—	—	—	0,18	1,36	2,26
	C	—	—	—	8,95	10,70	11,50
Celé rostliny	A	0,186	0,400	0,730	1,060	1,200	1,850
	B	1,494	3,910	2,278	2,550	2,100	2,470
	C	1,68	4,31	3,01	3,61	3,30	4,32

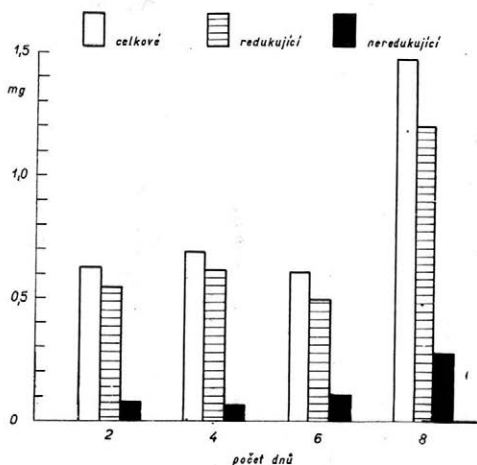


Graf 9. Obsah cukrů v 1 celé rostlině

5. dne, pak dochází k odlišnému průběhu (25, 25, 28). Obsah neredukujících cukrů v dělohách etiolovaných rostlin rychle klesá od 6. dne, kdežto v tutéž dobu v rostlinkách zelených obsah mírně vzrůstá. Tato skutečnost se dá vysvětlit dvojím způsobem: buď nastává přísun sacharózy do děloh z vegetativních orgánů, nebo je zabrzdněn transport sacharózy z děloh do vegetativních orgánů, a proto se v dělohách hromadí neredukující cukry, které vznikají z glukózy vzniklé odbouráváním poly-

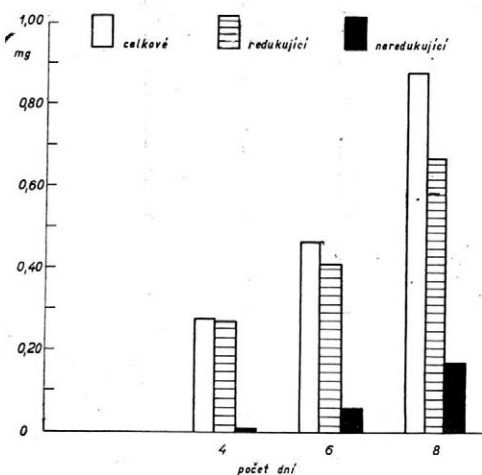


Graf 10. Obsah cukrů v 1 děloze



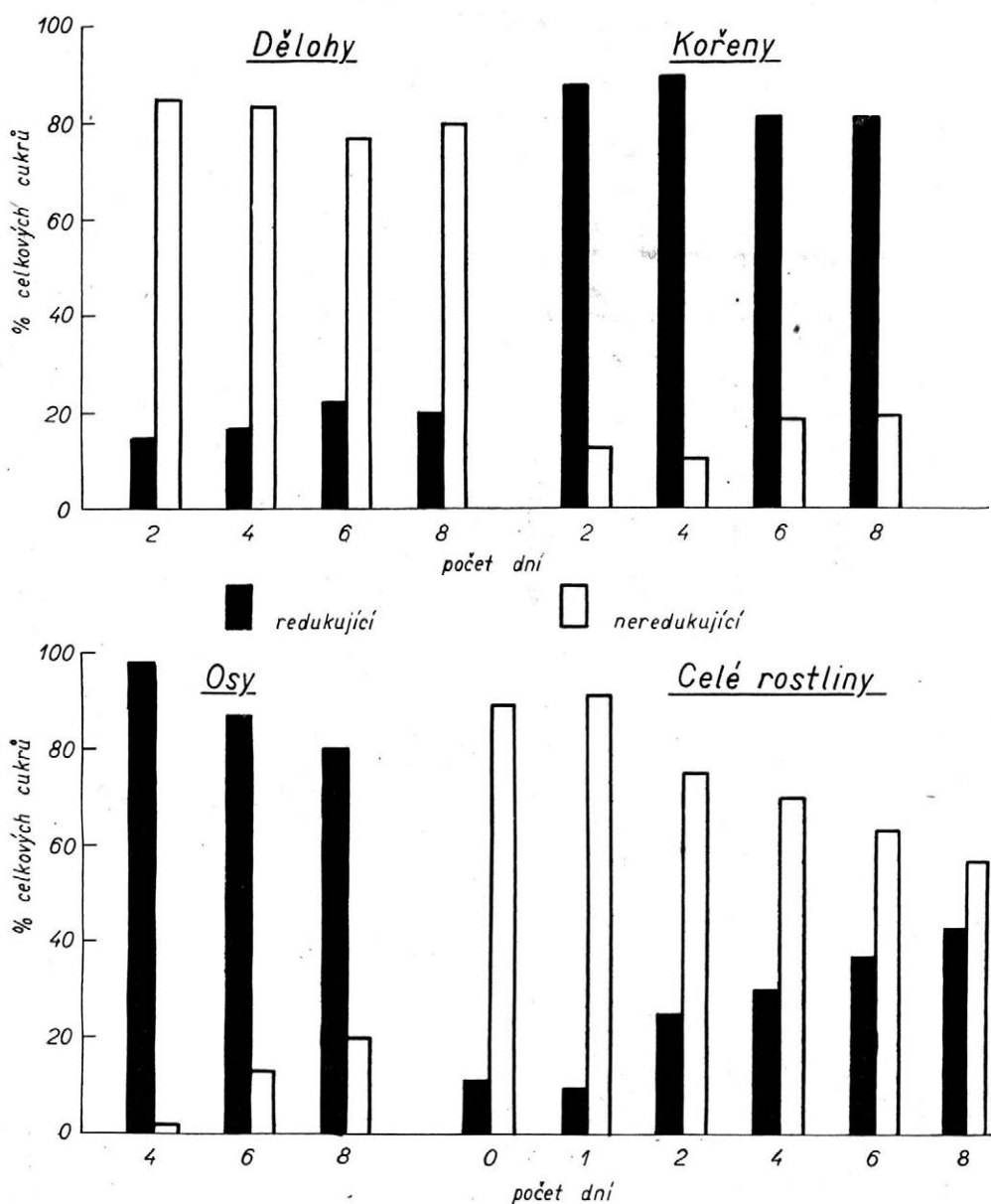
Graf 11. Obsah cukrů v 1 kořenu

sacharidů, hlavně škrobu. Druhé vysvětlení je daleko pravděpodobnější, neboť není důvodů předpokládat transport do zásobních orgánů, které mají význam hlavně v prvním období vývoje rostlinky a pak postupně odumrou a zmizí. V kořenech obsah neredukujících i redukujících cukrů se v období od 2. do 6. dne podstatně nemění, teprve 8. dne dochází k mohutnému vzestupu obsahu jak redukujících, tak neredukujících cukrů (graf 11). Obsah redukujících cukrů je více jak třikrát větší než obsah neredukujících cukrů. Dochází tedy k transportu redukujících cukrů z os, kde vznikají fotosyntézou do kořenů. Vedle transportu provází fotosyntézu ještě tvorba sacharózy v kořenech i osách.



Graf 12. Obsah cukrů v 1 ose

Obsah cukrů v osách neustále stoupá v intervalu od 4. do 8. dne, tedy po celou dobu vývoje os. Obsah neredukujících cukrů stoupá mnohem více než obsah redukujících cukrů (graf 12). Syntéza sacharózy je asi intenzivnější v osách než v kořenech, neboť poměr mezi přírůstkem neredukujících a redukujících cukrů v intervalu mezi 6. a 8. dnem je u os 2 : 5, u kořenů 1 : 5. Může ovšem docházet též k větší spotřebě sacharózy v kořenech než v osách v důsledku tvorby poly-



Graf 13. Změny obsahu redukujících a neredukujících cukrů

sacharidů apod. Na základě našich pokusů nelze ovšem o syntéze polysacharidů říci nic bližšího. Změny v zastoupení redukujících a neredukujících cukrů v celkovém obsahu cukrů v celých rostlinách i jednotlivých orgánech jsou uvedeny v grafu 13. Rozložení jednotlivých cukrů ve všech orgánech během prvních osmi dnů klíčení je dobře patrné z tabulky IV. Semena 0. a 1. dne klíčení jsou zařazena mezi dělohy. Velikost a intenzita zbarvení skvrn cukrů na chromatogramech byly hod-

Tabulka IV.

Orgány	Název cukru	Označení	Počet dní								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
Dělohy	Y ₁	(S)	+				+				
	Y ₂	(2)	+	+	+	(+)					
	rafinosa	RAF	+	(+)	(+)						
	sacharosa	SACH	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
	glukosa	GLU	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+
	fruktosa	FRU			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+
	Y ₃	(H)								(+)	+
	Y ₄	(Ž ₁)					(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	Y ₅	(R)								(+)	(+)
	Y ₆	(Ž ₂)								(+)	(+)
Kořeny	sacharosa	SACH			++	++	++	++	++	+++	+
	glukosa	GLU			+	+	+++	++	+++	+	++
	fruktosa	FRU			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	Y ₃	(H)					(+)	(+)	(+)	(+)	
	Y ₄	(Ž ₁)				(+)	+	+	+	+	+
	Y ₅	(R)				(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	Y ₆	(Ž ₂)					(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Osy	sacharosa	SACH					++	++	+++	++	+++
	glukosa	GLU					++	++	++	+++	+++
	fruktosa	FRU					+	(+)	(+)	(+)	(+)
	Y ₃	(H)							(+)	(+)	(+)
	Y ₄	(Ž ₁)					++	++	++	++	+
	Y ₅	(R)					(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
	Y ₆	(Ž ₂)					+	+	+	+	++

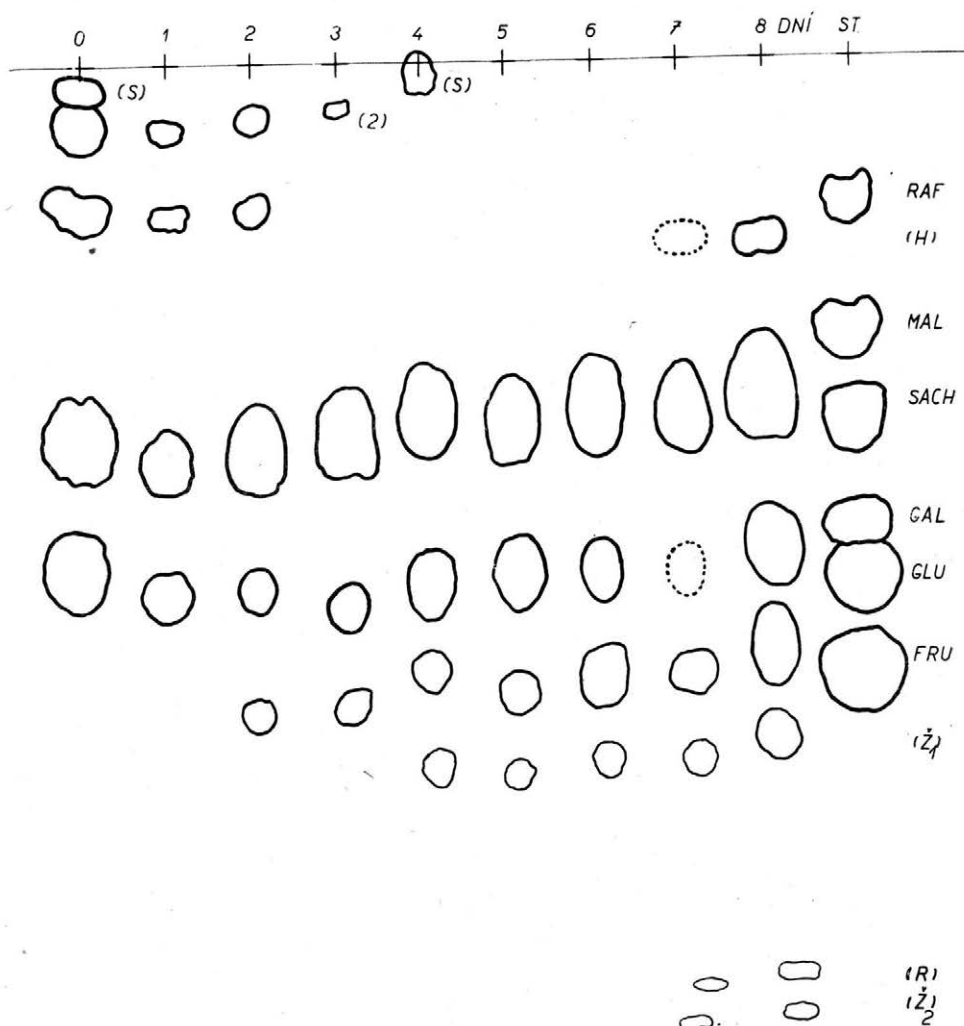
noceny vizuálně a označení provedeno určitým počtem křížků.*) Na chromatogramech (chromatogramy 1, 2 a 3) jsou cukry označeny zkratkami (první tři písmena názvu) a uvedena i barva skvrn (Ž = žlutá, H = hnědá, R = růžová). V suchých semenech (0. den) jsou v dělohách obsaženy mimo rafinózy, sacharózy a glukózy ještě další dvě látky o nízkém R_F, označené Y₁ a Y₂. Látka Y₂ může být stachyóza, jež už v hrachu byla nalezena (11, 28), ale jejíž identifikaci jsme pro nedostatek autentického vzorku nemohli provést. Počínaje 4. dnem objevují se v dělohách ještě další blíže neurčené látky, ovšem jen v malých koncentracích. Látky Y₁ a Y₂ počínaje 5. dnem definitivně z děloh vymizí. V dělohách nacházíme po celou dobu klíčení sacharózu jakožto složku dominující.

V kořenech jsou obsaženy ve větším množství sacharóza a glukóza, v menším množství fruktóza a látky Y₃ až Y₆. Obsah sacharózy je maximální sedmého dne, minimální osmého dne. Obsah glukózy je nejvyšší čtvrtého a šestého dne, nejmenší druhého, třetího a sedmého dne. Obsah fruktózy se celkem nemění.

*) Stopy označeny křížkem v závorce, jeden křížek značí malou skvrnu, dva křížky středně velikou skvrnu a tři křížky velkou a intenzivní skvrnu.

V osách je nejvyšší obsah sacharózy šestého a osmého dne, obsah glukózy je nejvyšší sedmého a osmého dne. Poměrně vysoký obsah nalézáme u látky Y₄, a to až do sedmého dne. Fruktóza je přítomna jen v menší koncentraci. Hlavní rozdíly v obsahu cukrů nalézáme mezi dělohami a vegetativními orgány. V dělohách je méně glukózy a neidentifikovaných látek než v orgánech vegetativních. Kořeny a osy se pak od sebe liší v tom, že v osách je více látek Y₄ a Y₆ než v kořenech.

DĚLOHY

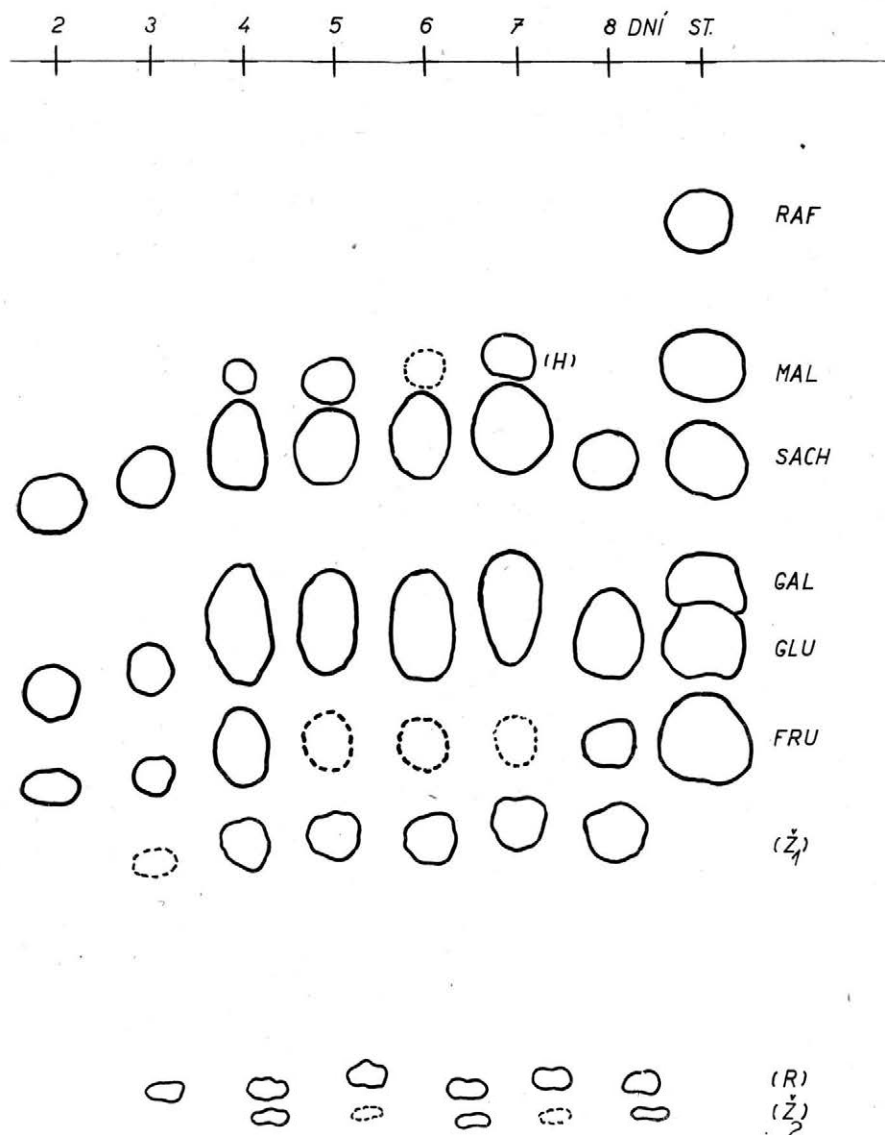


Chromatogram č. 1

Souhrn

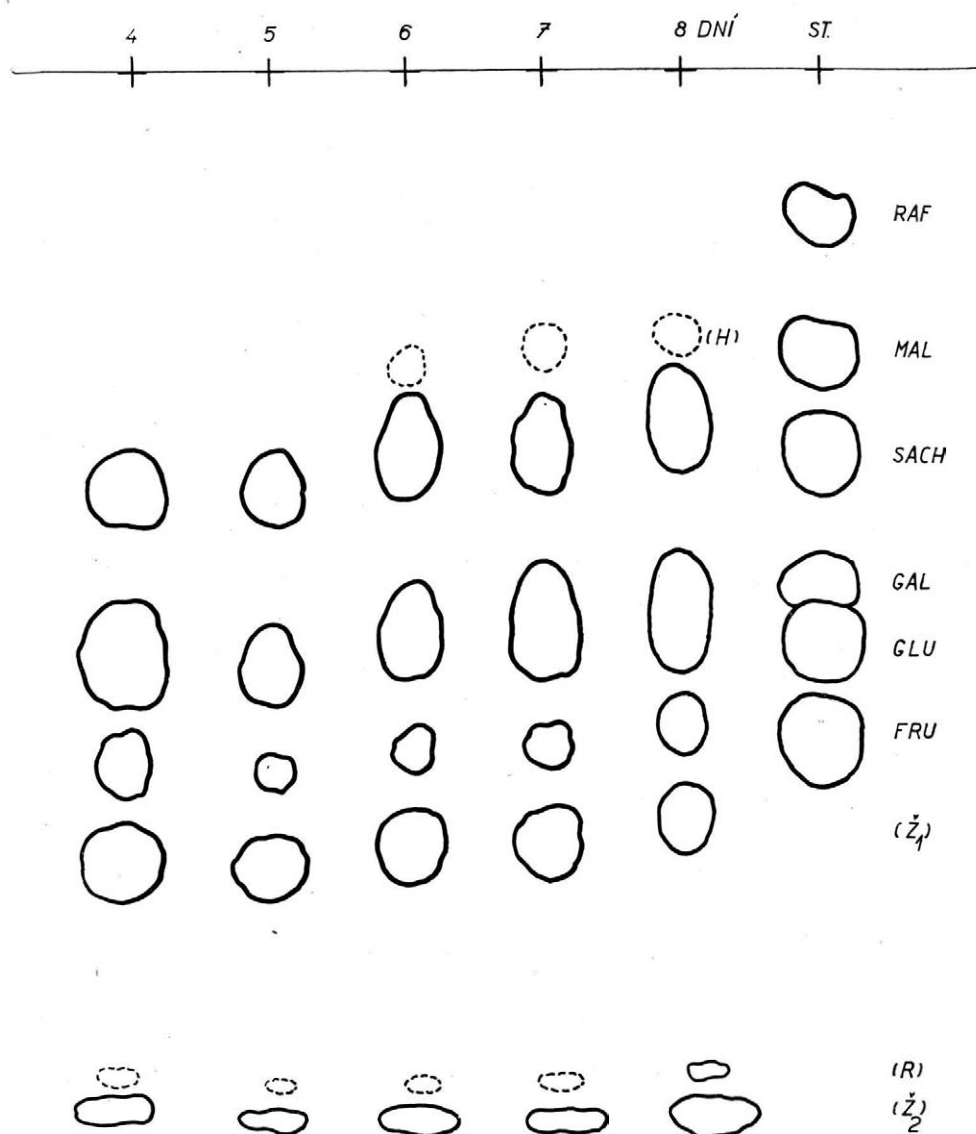
Během klíčení dochází k transportu fosforu obsaženého v zásobních látkách do vegetativních orgánů a k přechodu organicky vázaného fosforu na anorganický fosfát. Výsledky našich pokusů nasvědčují tomu, že transport fosforu se děje ve

KOŘENY



Chromatogram č. 2

formě anorganického fosfátu, jak bylo dokázáno i v pokusech za použití radioaktivního fosfátu P^{32} (7, 18). Dělohy se od vegetativních orgánů odlišují nižším obsahem anorganického fosforu. Kořeny a osy se pak mezi sebou liší rychlostí růstu obsahu anorganického fosforu, která je vyšší u kořene než u os. Vedle toho je možno pozorovat u os na rozdíl od kořenů současný vzrůst obsahu anorganického i organického fosforu mezi šestým a osmým dnem klíčení. V prvních šesti dnech klíčení probíhá v dělohách intenzivní štěpení škrobu a ostatních rezervních polysacharidů na glukózu (8), z níž pak vzniká fruktóza. Dochází k tvorbě sacharózy z glukózy a fruktózy. Sacharóza je transportována z děloh hlavně do kořenů, kde



Chromatogram č. 3

je jednak metabolicky odbourávána, jednak štěpena na glukózu a fruktózu, které se jednak transportují do os, jednak se hromadí, příp. odbourávají přímo v kořenech. Počínaje šestým dnem začíná se u klíčnic rostlinek výrazně uplatňovat fotosyntéza. Redukující cukry, vzniklé fotosyntézou v osách, jsou jednak transportovány do kořenů, kde slouží k syntéze sacharózy a jiných oligosacharidů a polysacharidů, jednak přímo v osách metabolicky přeměňovány a zároveň též použity k tvorbě sacharózy.

Došlo dne 2. 10. 1961.

1. Allen R. J. L.: The estimation of phosphorus. 1940, Biochem. J. 34, 858. —
2. Baba I., Takahashi Y., Iwata I., Tajima K.: Studies on the nutrition of rice plant with reference to Helminthosporium leaf spot. IX. Absorption of nutrients by root metabolism and carbohydrate in plant as affected by hydrogen sulphide. 1955, Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 23, 272. 1958, C. A. 52, 7438. — 3. Bečvářová H., Leblková - Svobodová S., Jiráček V.: Metabolismus klíčících rostlin řepky (*Brassica napus* var. *oleifera*) II. Metabolismus cukrů a fosforu. 1961, Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba 12, 1591. — 4. Belavady B., Banerjee S.: The effect of germination, on the phosphorus values of some common Indian pulses. 1953, Food Research 18, 223, C. A. 47, 11352. — 5. Bernier G.: Variations in the absorption and distribution of phosphorus in *Sinapis alba* studied by the method of radioactive phosphorus. I. Variations during plant development. 1957, Bull. soc. roy. sci. Liège 26, 341. 1958, C. A. 52, 7436. — 6. Bernier G.: Variations in the absorption and distribution of phosphorus in *Sinapis alba* studied by the radioactive phosphorus method. II. Daily fluctuations. 1958, Bull. soc. roy. sci. Liège 27, 93. 1958, C. A. 52, 15652. — 7. Bonnet R., Weiss R.: The course of the changes in the proportions of the different forms of phosphorus during the germination of wheat and rice. 1952, Compt. rend. 234, 2004. 1952, C. A. 46, 8198. — 8. Crocker W., Barton L. V.: Physiology of seeds, Chronica Botanica. 1952, Waltham, Massachusetts, USA. — 9. Edelman J., Ginsburg V., Hassid W. Z.: Conversion of monosaccharides to sucrose and cellulose in wheat seedlings. 1955, J. Biol. Chem. 213, 843. — 10. Fujiwara A., Mitsuhashi N.: Phosphate nutrition of the plant. 1948, Nigaku 2, 522. 1951, C. A. 45, 4860. — 11. Hasegawa N., Takayama T., Shiroya T.: The carbohydrates contained in seeds. 1951, Kagaku 21, 593. 1954, C. A. 48, 5297. — 12. Hashad M. N., Stino K. R., El Hinawy S. I.: Trans-formations and translocation of carbohydrates in taro plants during growing. 1956, Ann. Agr. Sci. (Cairo) 1, 261. 1958, C. A. 52, 18699. — 13. Jegorov A. V.: The Migration and metabolism of labeled phosphorus in extra-root fertilization of the sunflower plant and the sugar-beet - Мёченныје атомы в исследовании питания растений и применении удобрений. Sborník 1955, 112, Izdat. Akad. Nauk SSSR (Moskva). 1958, C. A. 52, 2181. — 14. Kobayashi S., Shiseki K.: Fate of phosphorus compounds and dehydrogenase activities in the germination process. 1953, Igaku to Seibutsugaku 27, 229. 1954, C. A. 48, 1489. — 15. Lassota Z.: Spontaneously labile phosphorus of the white bean seedlings. 1955, Acta biochim. Polon. 2, 223. 1957, C. A. 51, 12243. — 16. Leblková S., Jiráček V.: Vliv organických isothiokyanátů na metabolismus rostlin. III. Vliv allylisothiokyanátu (AITK) na metabolismus dusíku, fosforu a cukru v řepce (*Brassica napus*). 1960, Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba 6, 1625. — 17. Loughman B. C., Martin R. P.: Methods and equipment for the study of the incorporation of phosphorus by intact barley plants in experiments of short duration. 1957, J. Exptl. Botany 8, 272. 1958, C. A. 52, 2180. — 18. Loughman B. C., Russel R. S.: The absorption and utilization of phosphate by young barley plants. IV. The initial stages of phosphate metabolism in roots. 1957, J. Exptl. Botany 8, 280. 1958, C. A. 52, 2180. — 19. Nelson N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. 1944, J. Biol. Chem. 153, 375. — 20. Ponomareva A. R.: Dynamika fosforных соединений в раннем онтогенезе пшеницы. 1957, Doklady Akad. Nauk SSSR 114, 154. 1957, C. A. 51, 16740. — 21. Rowan K. S., Turner D. H.: Physiology of pea fruits. V. Phosphate compounds in the developing seed. 1957, Austral. J. Biol. Sci. 10, 414. — 22. Rowan K. S.: Phosphorylated compounds in plants. I. Adenosine - and uridine-5'-phosphates in pea seedlings. 1957, Exptl. Botany 8, 256. — 23. Sen S. C.: Carbohydrate translocation and plant growth. 1954, Sugar 49, No. 8, 55. 1954, C. A. 48, 12438. — 24. Somogyi N.: Determination of blood sugar. 1958, J. Biol. Chem. 160, 69. — 25. Vitek V.: Kandidátská disertační práce. 1958, UOCH ČSAV, Praha. — 26. Wanner H.: Migration of sugar in pea seedlings. 1950, Ber. Schweiz. botan. Ges. 60, 426. 1952, C. A. 46, 583. — 27. Wanner H.: Über die Genauigkeit quantitativer Zuckerbestimmungen in Pflanzenextrakten. 1952, Helv. Chim. Acta 35, 460. — 28. Wanner H.: Mobilisierung der Kohlenhydrate bei der Keimung v díle Ruhland H.: Handbuch der Pflanzenphysiologie. 1958, sv. 6, str. 935, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg. — 29. Weiss R.: Changes in the principal forms of phosphorus during germination of seeds. 1952, Bull. soc. chim. biol. 34, 471. 1953, C. A. 47, 1240. — 30. Ziegler H.: Transport und Sekretion der Assimilate. 1956, Planta 47, 447.

II. Метаболизм фосфора и сахаров в прорастающих семенах гороха

В ходе прорастания имеет место перенос фосфора, содержащегося в запасных веществах, из семядоли в вегетативные органы и превращение органически связанного фосфора в неорганический фосфат. Результаты нашей работы свидетельствуют о том, что перенос фосфора происходит в форме неорганического фосфата, что было доказано также в ходе опытов с применением радиоактивного фосфора ^{32}P (7, 18). Семядоли отличаются от вегетативных органов более низким содержанием неорганического фосфора. Корни и оси отличаются друг от друга быстротой возрастания содержания неорганического фосфора, которые выше у корней, чем у осей. Наряду с этим у осей в отличие от корней можно наблюдать одновременное повышение содержания неорганического и органического фосфора между шестым и восьмым днем прорастания. В первые шесть дней прорастания в семядолях происходит интенсивное расщепление крахмала и остальных запасных полисахаридов на глюкозу (8), из которой затем образуется фруктоза. Происходит образование сахарозы из глюкозы и фруктозы. Сахароза переносится из семядоли преимущественно в корни, где она, с одной стороны, метаболически разлагается, с другой стороны, расщепляется на глюкозу и фруктозу, которые переносятся в ось, а также скопляются или же разлагаются непосредственно в корнях. От шестого дня у прорастающих растений начинает выразительно проявляться фотосинтез. Редуцирующего сахара, образовавшегося путем фотосинтеза в осях, с одной стороны, переносятся в корни, где они используются при синтезе сахарозы и других полисахаридов и олигосахаридов, а с другой стороны, непосредственно в осях подвергаются метаболическим превращениям и одновременно используются для образования сахарозы.

Metabolismus keimender Erbsenpflanzen**II. Phosphor- und Zuckermetabolismus in keimenden Erbsensamen**

Während des Keimungsprozesses gelangt das in den Vorratsstoffen enthaltene Phosphor aus den Keimblättern in die vegetativen Organe und das organisch gebundene Phosphor wird zum anorganischen Phosphat abgebaut. Die Ergebnisse unserer Versuche sprechen dafür, daß der Transport von Phosphor in Form des anorganischen Phosphats vor sich geht, wie übrigens auch durch versuchsweise Anwendung des radioaktiven Phosphors ^{32}P (7, 18) erwiesen wurde. Die Keimblätter unterscheiden sich von den vegetativen Organen durch ihren niedrigeren Gehalt an organischem Phosphor. Der Unterschied zwischen Wurzeln und Sproßachsen besteht in der Geschwindigkeit des anorganischen Phosphorzuwachses, der bei den Wurzeln größer ist. Zum Unterschied von den Wurzeln kann man außerdem in den Sproßachsen zwischen dem sechsten und achten Keimtage eine gleichzeitige Zunahme des Gehaltes an organischem und anorganischem Phosphor beobachten. Während der ersten sechs Keimtage werden in den Keimblättern die Stärke und die übrigen Vorratsaccharide intensiv zu Glucose gespalten, aus der dann Fructose entsteht. Aus Glucose und Fructose wird Saccharose gebildet. Die Saccharose wird aus den Keimblättern besonders nach den Wurzeln transportiert, wo sie teils metabolisch abgebaut, teils zu Glucose und Fructose gespalten wird, die ihrerseits teils in die Sproßachsen abwandern, teils in den Wurzeln aufgespeichert oder evtl. direkt in denselben abgebaut werden. Vom sechsten Tage an kommt bei den Keimpflanzen die Photosynthese deutlich zur Geltung. In den Sproßachsen auf photosynthetischem Wege entstehende reduzierende Zucker werden teils in die Wurzeln transportiert, wo sie zur Synthese von Saccharose und anderen Oligosacchariden dienen, teils in den Sproßachsen metabolisch umgewandelt und zugleich auch zur Saccharosebildung verwendet werden.

Vliv organických isothiokyanátů na metabolismus rostlin

IV. Vliv allylisothiokyanátu (AITK) na metabolismus fosforu, cukrů a ketokyselin v klíčících rostlinách hrachu (*Pisum sativum*)

Влияние органических изотиоциановокислых солей на метаболизм растений
IV. Влияние аллилизотиоциановокислот соли АИТК на метаболизм фосфора, сахаров и кетокислот у всходов гороха

Einfluß organischer Isothiokyanate auf den Pflanzenmetabolismus IV. Einfluß des Allylisothiokyanats (AITK) auf den Phosphor-, Zucker- und Keto-säurenmetabolismus bei Erbsenkeimpflanzen (*Pisum sativum*)

ScC. RNDr. PhMr. Sylva LEBLOVÁ, prof. RNDr. Josef KOŠTÍŘ
Přírodovědecká fakulta Karlovy university, katedra biochemie, vedoucí prof. dr.
J. Košťíř, Praha

Při klíčení dochází k mobilizaci jednak rezervních polysacharidů, které jako nerozpustné vysokomolekulární látky jsou odbourávány na nízkomolekulární štěpy, jež jsou transportovány z rezervních do vegetativních orgánů, jednak i rozpustných sacharidů, přítomných v semenu, u nichž je umožněn přesun z rezervních do rostoucích částí rostlin pouhým příjmem vody. Redukující sacharidy slouží v rostlině jako látky stavební nebo jsou zapojeny do dalších metabolických pochodů (2, 7, 11, 12, 15, 25, 28). Vzhledem k důležitosti cukerného a s ním spojeného fosforečného metabolismu při klíčení bylo vhodné povšimnout si při studiu vlivu AITK na metabolismus klíčících rostlin, zda a jak isothiokyanáty tento metabolismus ovlivní. V předchozích pracích*) jsme prokázali inhibiční vliv AITK na klíčení a metabolismus dusíku u semen.

Cukerný metabolismus byl sledován stanovením redukujících a neredukujících cukrů metodou Somogyiho (22, 26) a zjištěním kvalitativních změn u cukrů a ketokyselin papírovou chromatografií. K dokreslení obrazu jsme se snažili získat informace o vlivu AITK na tvorbu a odbourávání fosforečných sloučenin stanovením anorganického a „rozpuštěného“ organického fosforu, vázaného labilně i stabilně. V rezervních orgánech jde při klíčení především o přesun vázaného fosforu v anorganický a organický „rozpuštěný“ (3, 4, 8, 9, 17, 19, 24, 29), ve vegetativních orgánech klíčících rostlin nelze vymezit poměry tak jednoznačně: uvolňování fosforu z bílkovin, fytinu (3, 8), který během klíčení mizí, tvorba nukleotidů (4, 29), fosforečných esterů cukrů (4, 21) a změny v obsahu fosfolipidů probíhají téměř současně.

*) I, II a III sdělení viz Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba r. 6 (XXXIII), str. 651, 663, 1625, 1960.

Materiál a metody

V pokusech byla používána semena hrachu (*Pisum sativum*), odrůdy Unikum, pěstovaná na světle v Petriho miskách ve vodě nebo ve vodné emulzi AITK v koncentraci $5 \cdot 10^{-4}$ až 10^{-2} M. V osmidenních klíčních rostlinkách byl stanoven obsah redukujících a neredukujících cukrů metodou Somogyiho (26) v kolorimetrické úpravě Nelsonově (22). Kvalitativní změny v obsahu cukrů byly sledovány papírovou chromatografií. Kolorimetrické stanovení označujeme v dalším textu jako stanovení redukujících a neredukujících cukrů, i když jsme si vědomi určité nepřesnosti v tom, že spolu s cukry jsou stanovovány i jiné redukující látky, metodou Somogyiho asi v množství o 20 % větším než je skutečný obsah cukrů (27).

Extrakt ke stanovení cukrů byly připraveny z 2 g navážek klíčních rostlin hrachu postupem popsaným v předchozím sdělení (20). Vlastní kolorimetrické stanovení bylo provedeno s 1 ml extraktů z děloh při měření obsahu cukrů redukujících, zatímco při stanovení souhrnu redukujících a neredukujících cukrů byl extrakt z děloh ředěn dvacetkrát. Extrakt v epikotylů a kořenů byly pro stanovení obou forem cukrů ředěny v poměru 1 : 10.

Chromatografická analýza cukrů v alkoholických extraktech klíčních rostlin byla prováděna pětinasobně opakovaným vyvíjením ve směsi n-butanolu, kyseliny octové a vody v poměru 10 : 1 : 3 na papírech Whatman 1 délky 100 cm (20). Skvrny cukrů byly po odkrytí roztokem difenylaminu, anilinu a kyseliny fosforečné v etylalacetátu (5) různobarevné: sacharózy hnědočervená, glukózy šedozelená, fruktózy červenohnědá, pod ní ležící skvrna označovaná jako Z_1 citrónově žlutá a u čela chromatogramu 2 blíže neurčené skvrny modrozelená a červená.

Ketokyseliny byly z rostlinného materiálu extrahovány metodou Alfta a Virtanena (1, 10). 20 g rostlinného materiálu bylo homogenizováno po dobu tří minut směsí vody, 10 % roztoku wolframanu sodného a 0,66 N kyseliny sírové, v poměru 6 : 2 : 2 v mixéru. Extrakce byla opakována dvakrát, homogenáty byly přefiltrovány silonovou plachetkou a pak filtračním papírem.

Způsoby extrakce ketokyselin z rostlinného materiálu jsou předmětem četných kritik (14). Téměř každá z metod nese s sebou nebezpečí, že dojde ke změnám jak obsahu, tak i množství ketokyselin. V této práci šlo spíše o sledování zásahu AITK do obrazu ketokyselin než o stanovení skutečného obsahu ketokyselin v rostlině, a proto považujeme výsledky získané popsaným způsobem extrakce za věrohodné, neboť byly vždy dodržovány stejné podmínky při přípravě extraktu (tepnota, pH, doba extrakce).

Ketokyseliny přítomné v extraktu byly převedeny v 2,4-dinitrofenylhydrazony metodou Havary - Thomsonovou (13). Chromatografie byla prováděna ve směsi n-butanolu, etalonu a 0,5 N amoniaku v poměru 7 : 1 : 2 na papíru Whatman 3, a to vzestupně.

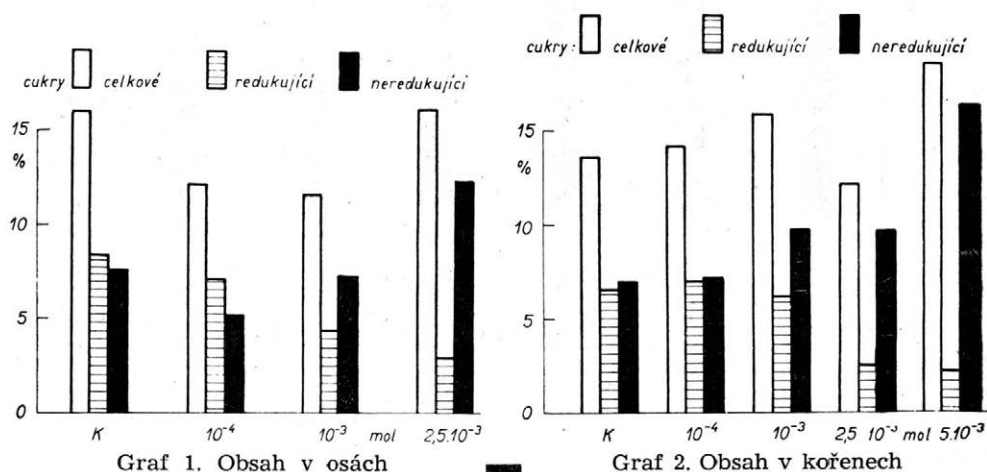
Fosfor v klíčních rostlinách hrachu byl stanoven odděleně v dělohách, kořenech a epikotylech jednak metodou podle Ponse a Zeller (24, 39), jednak podle Fiskeho a Subbarowa (6). Kolorimetrické stanovení fosforu anorganického a společné stanovení anorganického a labilního fosforu bylo provedeno ve 2 ml rostlinného extraktu, tj. v 0,04 g rostlin, a celkový rozpustný fosfor byl stanoven v hydrolyzátu 1 ml extraktu. Pro většinu měření byly používány obě metody s výsledky shodnými, zatíženými zhruba 5 % chybou. Neúspěšně skončily pokusy o stanovení fosforu v dělohách klíčních rostlin, zalévaných emulzí AITK v koncentraci 2,5 až $5 \cdot 10^{-3}$. Při stanovení podle Fiskeho a Subbarowa rušil zákal,

který zvyšoval extinkci a při stanovení podle Ponse a Zellera se adsorbovalo modré barvivo na sraženinu, tvořící se na rozhraní organické a vodní fáze při vytřepávání, takže obsah fosforu zkresleně klesal.

Výsledky a diskuse

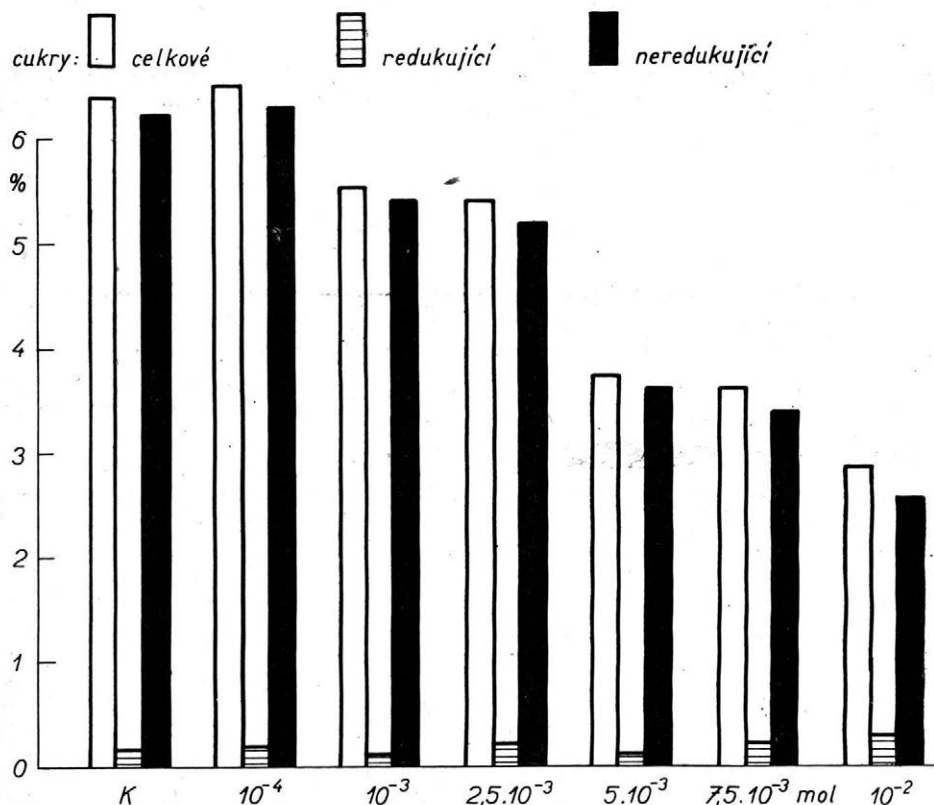
V grafu 1, 2 a 3 uvádíme výsledky stanovení různých forem cukrů v osmidenních klíčcích rostlin hrachu pěstovaných v roztoku AITK o koncentraci 10^{-4} až 10^{-2} M. V dělohách klíčcích rostlin hrachu zásahem AITK klesá obsah neredukujících látek. V epikotylech i kořenech klíčcích rostlin klesá účinkem stoupající koncentrace inhibitoru obsah redukujících látek a množství neredukujících naopak vzrůstá.

Grafy 1—3: Obsah cukrů v osmidenních klíčcích rostlin hrachu po působení AITK (na ose x koncentrace AITK v mol, na ose y % glukózy v sušině)



Srovnáme-li obsah redukujících a neredukujících cukrů v klíčcích rostlin hrachu pěstovaných v roztoku AITK s obsahem cukru během vývoje rostlin (16, 18), lze připustit specifický zásah inhibitoru do metabolických pochodů cukrů. Výklad je možný různým způsobem. Vyšší obsah neredukujících látek v epikotylech inhibovaných rostlin ve srovnání s nižším obsahem těchto látek v rostlinách v prvních dnech klíčení může být vyvolán zásahem AITK do utilizace sacharózy. Nižší obsah redukujících látek v kořenech inhibovaných rostlin ve srovnání s vysokým obsahem v klíčcích rostlin normálních může znamenat inhibici pochodů, jimiž vzniká glukóza z polysacharidů, nebo inhibici jiných cest, jimiž vznikají redukující cukry z rezervních látek. Příčina může být také ve sníženém transportu sacharózy z děloh do kořenů, nebo glukózy či fruktózy z epikotylů do kořenů, pro což mluví vysoký obsah neredukujících cukrů v nadzemních orgánech (epikotylech).

V následujících tabulkách jsou pomocí čísel vyjádřeny intenzity skvrn cukrů na chromatografích při jejich vizuálním hodnocení. Stoupající čísla označují zvyšující se intenzitu barevných skvrn.



Graf 3. Obsah v dělohách

I. Cukry přítomné v osmidenních klíčcích rostlinných hrachu po působení AITK

Cukr	Koncentrace AITK v m o l			
	0	$5 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	$2,5 \cdot 10^{-3}$
a) osy: X_1, X_2	1	—	—	1
rafinóza	1	1	1	—
sacharóza	3	3	3	3
glukóza	3	3	2	1
fruktóza	1	1	1	1
Ž 1	2	2	2	1
Y_1	stopy	stopy	stopy	stopy
Y_2	1	1	1	—
b) kořeny:				
rafinóza	1	1	stopy	—
sacharóza	3	3	3	2
glukóza	3	3	3	2
fruktóza	1	1	1	1
Ž 1	2	1	1	—
Y_2	1	1	stopy	stopy
c) dělohy:				
X_1, X_2, X_3	—	stopy	—	stopy
sacharóza	4	1	4	3
glukóza	1	1	1	1
fruktóza	—	stopy	stopy	stopy
Ž 1	1	—	1	—

Domnívali jsme se, že by bylo vhodné zachytit účín AITK na cukerný metabolismus nejen při příjmu inhibitoru kořinky rostlin *in vivo*, kdy nelze vyloučit přeměnu podané látky v látku jinou, nýbrž také změny vyvolané rychlou difúzí inhibitoru do buněk rostlinné tkáně, jako je tomu při metodě vakuové infiltrace. Nadzemní části a kořeny osmidenních klíčnic rostlin byly po infiltraci 10^{-2} M roztoku AITK inkubovány 2, 4 a 20 hodin ve tmě. Poté byly z nich připraveny etanolické (70%) extrakty, které byly po vakuovém zahuštění nakapávány na papír Whatman 1 a chromatograficky analyzovány.

II. Obsah cukrů v extraktech z nadzemních částí klíčnic rostlin hrachu po infiltraci AITK v konc. 10^{-2} M

Cukr	Infiltrace vodou	Infiltrace AITK s inkubací hodin		
		2	4	24
Sacharóza	3	2	2	stopy
Glukóza	4	4	4	3–4
Fruktóza	2	2	2	2

III. Obsah cukrů v extraktech z kořenů klíčnic rostlin hrachu po infiltraci AITK v konc. 10^{-2} M

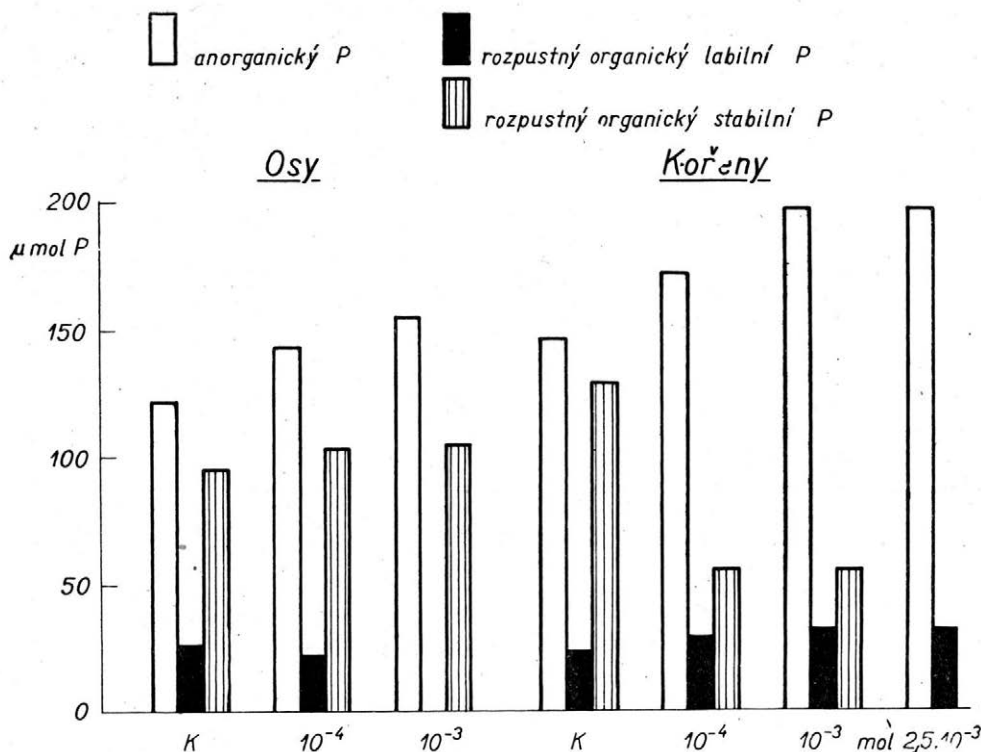
Cukr	Infiltrace vodou	Infiltrace AITK s inkubací hodin		
		2	4	24
Sacharóza	3	—	—	—
Glukóza	4–5	2	2	2–3
Fruktóza	stopy	1	1	1–2

Po infiltraci AITK do osmidenních nadzemních částí klíčnic rostlin hrachu byl výrazně pozměněn obsah cukrů; pokles v obsahu glukózy, fruktózy a sacharózy svědčí o zásahu AITK do odbourávání polysacharidů, neboť není možno předpokládat zásah AITK do fotosyntetických pochodů (inkubace byla totiž prováděna ve tmě). Zda je inhibováno odbourávání fosforolytické nebo hydrolytické, bude nutno prokázat dalšími pokusy.

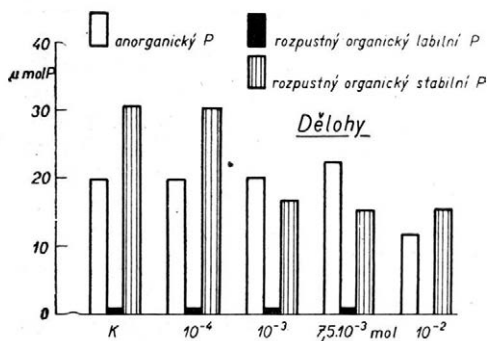
Změny v obsahu cukrů měly by se projevit též změnami v obsahu alifatických kyselin. Ketokyseliny obsažené v extraktech z vegetativních částí klíčnic rostlin hrachu (kořeny a epikotyle), sledované chromatograficky ve formě 2,4-dinitrofenylhydrazonů, byly porovnány s obsahem ketokyselin v extraktech připravených z rostlin infiltrovaných vodou resp. roztokem AITK v koncentraci 10^{-2} M. Na chromatogramech byly identifikovány v extraktech z klíčnic rostlin hrachu kyseliny α -ketoglutarová, oxaloctová, acetoctová a pyrohroznová. Po infiltraci AITK se snížila intenzita skvrn příslušejících kyselinám α -ketoglutarové, acetoctové a mírně i kyselině oxaloctové.

V osách osmidenních klíčnic rostlin hrachu účinkem AITK vzrůstá obsah anorganického fosforu a množství organického rozpustného fosforu stabilně vázaného je neměnné. Labilně vázaný fosfor vykazuje výrazný pokles (graf 4 a 5). U klíčnic rostlin množství anorganického fosforu během vývoje v epikotylech naopak klesá (16, 18). V kořenech zásahem inhibitoru stoupá obsah anorganického

Grafy 4—5. Obsah fosforu v osmidenních klíčcích rostlinách hrachu po působení AITK (na ose x koncentrace AITK v mol, na ose y $\mu\text{mol P/1 g}$ sušiny)



Graf 4. Obsah v osách a kořenech



Graf 5. Obsah v dělohy

fosforu a klesá obsah rozpustného stabilně vázaného fosforu. Množství labilně vázaného organického fosforu je inhibítoem neovlivněno. V kořenech klíčcích rostlin hrachu během vývoje obsah anorganického fosforu naopak výrazně klesá (18). Zvýšení obsahu anorganického fosforu v kořenech i epikotylech za současného poklesu obsahu fosforu organického by nasvědčovalo inhibici dějů, v nichž je fosfor převáděn z formy anorganické v organickou, tj. procesů fosforylačních. V počátcích klíčení znamená tento převod především

odčerpávání anorganického fosforu pro tvorbu nukleotidů a fosforečných esterů cukrů (4, 21, 29).

Souhrn

Byl studován vliv AITK v rozmezí $5 \cdot 10^{-4}$ až 10^{-2} M na metabolismu cukrů v klíčcích rostlinách hrachu. U děloh osmidenních rostlin hrachu klesá účinkem inhibitoru obsah redukujících cukrů, které byly kvantitativně stanoveny metodou

Samogyiho. V epikotylech a kořenech obsah redukujících cukrů rovněž klesá. Ve vegetativních orgánech je podstatně zvýšen obsah cukru neredukujících. Pokles v koncentraci glukózy, fruktózy a sacharózy, který byl zjištěn na chromatogramech u extraktů z epikotylů a kořenů rostlin, pěstovaných v roztocích AITK i po infiltraci inhibitorů, svědčí pro zásah do odbourávání polysacharidů. Téměř všechny alifatické ketokyseliny, přítomné v klíčcích rostlinách, snižují účinkem inhibitoru svou koncentraci. Po působení AITK klesá v dělohách obsah anorganického fosforu, zatímco v epikotylech a kořenech jeho množství stoupá. Rozpustný organický fosfor labilně vázaný, tj. především fosfor adenosin-di- a tri-fosfátů, fruktozo-1-fosfátu a fruktozo-1,6-difosfátu výrazně klesá v epikotylech a stabilně vázaný fosfor klesá v dělohách a kořenech. Změny v obsahu cukrů a zvýšený obsah fosforu anorganického ve vegetativních částech klíčcích rostlin je možné vysvětlit zásahem AITK do pochodů, spojených s tvorbou fosforečných esterů cukrů.*)

Došlo dne 22. 11. 1961.

Literatura

1. Alfthan M., Virtanen A. I.: Estimation of keto acids in plants. 1955, Acta chem. Scand. 9, 186. — 2. Baba I., Takahashi Y., Iwata I., Tajima K.: Studies on the nutrition of rice plant with reference to *Helminthosporium leaf spot*. IX. Absorption of nutrients by root metabolism of nitrogen and carbohydrate in plant as affected by hydrogen sulphide. 1955, Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 23, 272; 1958, C. A. 52, 7438. — 3. Belavady B., Banerjee S.: The effect of germination on the phosphorus values of some common Indian pulses. 1953, Food Research 18, 223. 1953, C. A. 47, 11352. — 4. Bonnet R., Weiss R.: The course of the changes in the proportions of the different forms of phosphorus during the germination of wheat and rice. 1952, comp. rend. 234, 2004. 1952, C. A. 46, 8198. — 5. Buchan J. L., Savage R. J.: Paper chromatography of some starch-conversion products. 1952, Analyst 77, 401. — 6. Colowick S. P., Kaplan N. O.: Methods in Enzymology. 1957, vol. III, s. 840, Academic Press, New York. — 7. Edelman J., Ginsburg V., Hassid W. Z.: Conversion of monosaccharides to sucrose and cellulose in wheat seedlings. 1955, J. Biol. Chem. 213, 843. — 8. Fujiwara A., Mitsushashi N.: Phosphate nutrition of the plant. 1948, Nogaku 2, 522. 1951, C. A. 45, 4860. — 9. Fujiwara A., Kadowaki M.: Phosphorus metabolism in higher plants I. Phosphorus distribution in rice and barley seedlings. 1957, Nippon Dojô-hiryogaku Zasshi 28, 157. 1958, C. A. 52, 20427. — 10. Hais I. M., Macek K.: Papírová chromatografie. 1959, s. 259, Nakladat. ČSAV, Praha. — 11. Hasegawa N., Takayama T., Shiroya T.: The carbohydrates contained in seeds-Kagaku 21, 593, 1951. 1954, C. A. 48, 5297. — 12. Hashad M. N., Stino K. R., El Hinnawy S. I.: Transformation and translocation of carbohydrates in taro plants during growing. 1956, Ann. Agr. Sci. 1, 261. 1958, C. A. 52, 18699. — 13. El Hawary M. F. S., Thomson R. H. S.: Separation and estimation of blood keto acids by paper chromatography. 1953, Biochem. J. 53, 340. — 14. Isherwood F. A., Nidvis C. A.: Estimation of α -keto acids in plant tissue; a critical study of various methods of extraction as applied to strawberry leaves, washed potato slices and peas. 1956, Biochem. J. 64, 549. — 15. Izawa

*) Za provedení chromatogramů děkujeme dr. Vl. Jiráčkovi.

G., N a t a k e M.: Changes in reducing, nonreducing sugar and starch in Chinese Yam plant (*Dioscorea batatas*) during development. 1957, Nippon Dojô-hiryogaku Zasshi 27, 389. 1958, C. A. 52, 3042. — 16. J i r á č e k V., K ú t o v á J., L e b l o v á S.: Metabolismus klíčících rostlin hrachu II. Metabolismus fosforu a cukrů v klíčících seme-
nech. 1962, Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba 7. — 17. K o b a y a s h i S., S h i s e k i K.: Fate of phosphorus compounds and dehydrogenase activities in the germination process. 1953, Igaku to Seibutsugaku 27, 229. 1954, C. A. 48, 1489. — 18. K ú t o v á J.: Studium metabolismu dusíku, fosforu a cukrů v klíčících rostlinách hrachu. 1960, Diplomová práce, Přírodověd. fak. K. U. Praha. — 19. L a s s o t a Z.: Spontaneously labile phosphorus of the white bean seedlings. 1955, Acta biochim. Polon. 2, 223. 1957, C. A. 51, 12243. — 20. L e b l o v á S., J i r á č e k V.: Vliv organických isothio-
kyanátů na metabolismus rostlin III. Vliv allylisothiokyanátu (AITK) na metabolismus dusíku, fosforu a cukrů v řepce (*Brassica napus*). 1960, Sborník ČSAZV, Rost-
linná výroba 6, 1625. — 21. L o u g h m a n B. C., R u s s e l l R. S.: The absorption and utilization of phosphate by young barley plants IV. The initial stages of phosphate metabolism in roots. 1957, J. Exptl. Botany 8, 280. 1958, C. A. 52, 2180. — 22. N e l -
s o n N.: A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. 1944, J. Biol. Chem. 154, 375. — 23. P o n o m a r e v a A. R.: Dynamics of phosphorus compounds in early ontogenesis of wheat. 1957, Doklady Akad. Nauk SSSR 114, 154. 1957, C. A. 51, 16740. — 24. P o n s W. A. jr., G u t h r i e J. D.: De-
termination of inorganic phosphorus in plant materials. 1946, Ind. Eng. Chem., Anal. Ed. 18, 185. — 25. S e n S. C.: Carbohydrate translocation and plant growth. 1954, Sugar 49, No 8, 55. 1954, C. A. 48, 12438. — 26. S o m o g y i M.: Determination of blood sugar. 1945, J. Biol. Chem. 160, 69. — 27. W a n n e r H.: Über die Genauigkeit quan-
titativer Zuckerbestimmungen in Pflanzenextrakten. 1952, Helv. chim. acta 35, 460. — 28. W a n n e r H.: Mobilisierung der Kohlenhydrate bei der Keimung v díle H. Ruh-
land: Handbuch der Pflanzenphysiologie. 1958, sv. 6. s. 935, Springer-Verlag, Berlin-
Göttingen-Heidelberg. — 29. W e i s s R.: Changes in the principal forms of phosphorus during germination of seeds. 1952, Bull. soc. chim. biol. 34, 471. 1953, C. A. 47, 1240. — 30. Z e l l e r E. A.: Über Phosphatasen I. Apparat zur Bestimmung von anorga-
nischem Phosphat. 1949, Helv. chim. acta 32, 2512.

Влияние органических изотиоциановокислых солей на метаболизм растений

IV. Влияние аллилизотиоциановокислой соли АИТК на метаболизм фосфора, сахаров и кетокислот у всходов гороха

В работе изучалось влияние аллилизотиоциановокислой соли в концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ — 10^{-2} М на метаболизм сахаров во всходах гороха. У семян 8-дневных растений гороха под действием ингибитора снижается содержание редуцирующих саха-
ров, которые были в количественном отношении определены методом Шомоги. В эпико-
тиле и корнях содержание редуцирующих сахаров также снижается. В вегетативных
органах существенно повышено содержание нередуцирующих сахаров. Снижение кон-

центрации глюкозы, фруктозы и сахарозы, которое было установлено в хроматограммах у экстрактов из эпикотили и корней растений, выращиваемых в растворах АИТК и после инфильтрации ингибитора, свидетельствует о том, что АИТК влияет на выделение полисахаридов. Почти все алифатические кетокислоты, содержащиеся во всходах растений, под действием ингибитора снижают свою концентрацию. После действия АИТК в семядолях снижается содержание неорганического фосфора, в то время как в эпикотиле и корнях количество его повышается. Растворимый органический фосфор непостоянно связанный, т. е. прежде всего фосфор аденосин-ди- и три-фосфатов, фруктозо-1-фосфата и фруктозо-1,6-дифосфата, выразительно снижается в эпикотиле, а постоянно связанный фосфор снижается в семядолях и корнях. Изменения в содержании сахаров и повышенное содержание неорганического фосфора в вегетативных частях всходов можно объяснить вмешательством АИТК в процессы, связанные с образованием фосфорных эфиров сахаров.

Einfluß organischer Isothiokyanate auf den Pflanzenmetabolismus

IV. Einfluß des Allylisothiokyanats (АИТК) auf den Phosphor-, Zucker- und Keto-säurenmetabolismus bei Erbsenkeimpflanzen (*Pisum sativum*)

Man verfolgte den АИТК-Einfluß in einer Konzentrationsreihe von $5,10^{-4}$ bis 10^{-2} M auf den Zuckermetabolismus keimender Erbsenpflanzen. Durch Wirkung des Inhibitors sinkt der nach der Somogyi-Methode quantitativ ermittelte Reduktionszuckergehalt in den Keimblättern der achttägigen Erbsenpflanzen. Auch in den Epikotylen und Wurzeln nimmt der Gehalt an reduzierenden Zuckern ab. Der Gehalt an nicht reduzierenden Zuckern in den vegetativen Organen ist wesentlich erhöht. Das Sinken der Glukose- Fruktose- und Saccharosekonzentration, das in Extrakten aus Epikotylen und Wurzeln chromatographisch festgestellt wurde, die in АИТК-Lösungen auch nach der Infiltration des Inhibitors angebaut waren, sprechen für einen Eingriff in den Abbau der Polysaccharide. Als Folge der inhibitorischen Wirkung wird die Konzentration fast aller, in den Keimpflanzen anwesenden aliphatischen Ketosäuren geschwächt. АИТК bewirkt in den Keimblättern eine Ab- und in den Epikotylen und Wurzeln eine Zunahme des organischen Phosphors. Labil gebundenes, lösliches organisches Phosphor, d. i. vor allem das in den Adenosin-di- und tri-phosphaten, im Fruktoso-1-phosphat und Fruktoso-1,6-diphosphat enthaltene Phosphor nimmt in den Epikotylen auffallend ab und stabil gebundenes Phosphor sinkt in den Keimblättern und Wurzeln. Die Veränderungen des Zuckergehalts und der gesteigerte anorganische Phosphorgehalt in den vegetativen Teilen der Keimpflanzen lassen sich durch den АИТК-Eingriff in die mit der Bildung der phosphorhaltigen Zuckeresterderivate verbundenen Prozesse erklären.

The Influence of Organic Isothiocyanates on the Metabolism of Plants.

IV. The Influence of Allylisothiocyanate (AITK) on the Metabolism of Phosphorus, sugars, and Keto-acids in Germ Plants of Peas

(Pisum sativum)

The influence of AITK in the range of from $5 \cdot 10^{-4}$ to 10^{-2} M on the metabolism of sugars in the germ plants of peas was examined. In the cotyledons of eight days old plants the inhibitor causes a decrease of the content of reducing sugars, which are determined quantitatively by means of the Somogyi method. In the epicotyls and roots the content of reducing sugars decreases as well. In the vegetative organs there is a substantially increased content of non-reducing sugars. The decrease of the concentration of glucose, fructose, and saccharose, which was ascertained in the chromatograms of extracts from the epicotyls and roots of plants grown in solutions of AITK also after infiltration of the inhibitor, indicates an affecting of the breaking up of polysacharides. The inhibitor causes almost all alifatic keto-acids present in the germ plants to reduce their concentration. Influenced by AITK the content of anorganic phosphorus decreases in the cotyledons, whereas in the epicotyls and roots its quantity increases. Labilely bound soluble organic phosphorus, i. e. above all phosphorus of denosine diphosphate and triphosphate, of fructose-1-phosphate and fructose-1,6-diphosphate markedly decrease in the epicotyls, and stably bound phosphorus decreases in the cotyledons and roots. The changes in the sugar content and the increased content of anorganic phosphorus in the vegetative parts of the germ plants may be explained by the influence of AITK in the processes connected with the forming of phosphoric esters of sugars.

Intenzita růstu listů pšenice v závislosti na délce jarovizování

Зависимость роста листьев пшеницы от продолжительности яровизации

Abhängigkeit der Wachstumsintensität der Weizenblätter von der Dauer der Vernalisation

Dr. Ivo CETL

Přírodovědecká fakulta University J. E. Purkyněho, katedra fyziologie rostlin a genetiky, vedoucí ScDr. prof. dr. V. Rypáček, Brno

Jednou z teoreticky nejzajímavějších a prakticky nejzávažnějších otázek biologie vývoje rostlin je problém vztahu mezi růstem a vývojem. Již Lysenko (1935) naznačil rámcové řešení tohoto problému z hlediska teorie stadijního vývoje rostlin. Mezitím bylo v řadě prací dokázáno, že růst je skutečně závislý na charakteru a stupni ontogeneze. Tak Vasiljev (1939a, b, 1946, 1953) ukázal, že ozimy rostou při snížených podzimních teplotách (pod $+10^{\circ}\text{C}$) nápadně pomaleji než jaře. V naší dřívější práci (Cetl, 1960) bylo toto pozorování potvrzeno a prohloubeno zjištěním, že existuje statisticky prokazatelná nepřímá závislost mezi relativní rychlostí růstu při snížené teplotě a stupněm ozimosti. Čím delší je stadium jarovizace, tím více se omezuje růst při snížené teplotě ve srovnání s teplotou vyšší. V této práci bylo rovněž ukázáno, že rostliny vypěstované z částecně jarovizovaných obiliek ozimů omezují růst při snížené teplotě méně než rostliny kontrolní a blíží se tak charakterem růstu jarním formám.

Úkolem této práce bylo prozkoumat posledně uvedený jev podrobněji za použití tak citlivého ukazatele růstu, jakým je délka listových čepelí.

Materiál a metodika

Pokusy byly provedeny s osmi odrůdami pšenice obecné z československého sortimentu uznaných odrůd. Byly to odrůdy Niva a Podbořanka (jaře), Česká přesívka, Chlumecká 12 (poloozim), Hodonínská holice, Židlochovická osinatka, Slovenská 777 a Pyšelka (ozimy). Výběr odrůd byl proveden tak, aby byly zastoupeny pokud možno všechny hlavní typy, které na základě průzkumu biologie vývoje rozoznává Telíšcherová (1955). Osivo k pokusům pocházelo z našeho vlastního množení.

Pokusy byly konány v zimním období (leden a únor). Obilky uvedených odrůd byly po 24 hodinách bubření ve vodě postupně vždy ve čtrnáctidenních inter-

valech zakládány k jarovizaci do vlhkého písku při teplotě 0 až +2° C v lednici. Měli jsme tedy včetně kontroly (nabubřené obilky bez jarovizace) celkem pět variant s odstupňovanou délkou jarovizování (0, 14, 28, 42 a 56 dní). Obilky byly vysázeny do dřevěných bedniček se zahradní zeminou. Výsev byl proveden vždy po 30 obilkách od každé odrůdy a varianty. Až do úplného vzejití, kdy délka koleoptilí dosáhla 3 až 4 cm, což trvalo 4 dny, byly bedničky uloženy v teplém skleníku (20 až 25° C). Polovina bedniček byla pak umístěna ve skleníku vytápěném na 15 až 17° C (vyšší, normální teplota), druhá v chladném skleníku, kde byla udržována teplota 6 až 8° C (snížená teplota). To znamená, že od každé z osmi odrůd bylo v pokusu celkem 10 variant po 30 rostlinách. Všechny rostliny byly po 14 dnech růstu v obou uvedených teplotách při normálním zimním osvětlení bez jakéhokoli přisvětlování odstřiženy pod odnožovacím uzlem a změřena délka listových čepelí. Listy jednotlivých pater byly číslovány odspodu nahoru.

Výsledky byly zpracovány tak, že jsme vypočetli v každé variantě a u každé odrůdy jak průměrnou délku čepelí pro každý jednotlivý list, tak i celkovou průměrnou délku čepelí všech listů na rostlině, vždy z 25 až 30 případů. Tyto číselné údaje byly vyjadřovány jednak v absolutních hodnotách (v cm), jednak v hodnotách relativních (v procentech). Při tomto druhém způsobu byly zjištěné délky při snížené teplotě vyjadřovány v procentech příslušných délek při teplotě vyšší, takže vyjadřovaly stupeň omezení růstu při snížené teplotě, jak toho bylo poprvé použito v dřívější práci (C e t l, 1960).

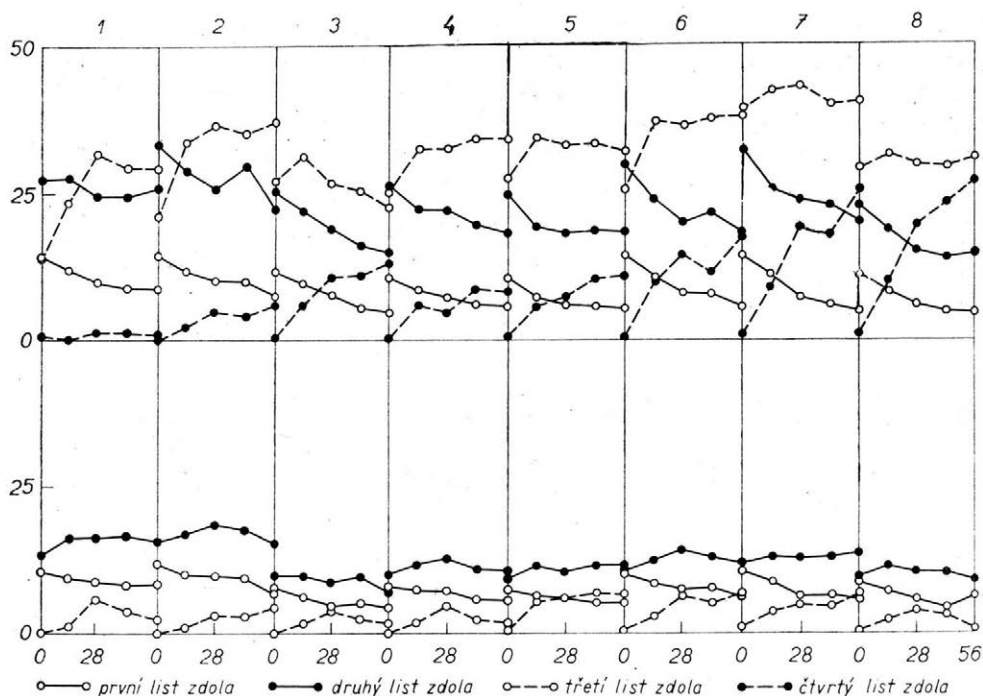
V ý s l e d k y

Na grafu 1 jsou graficky znázorněny absolutní délky listů jednotlivých pater při normální a při snížené teplotě v závislosti na délce jarovizování. Graf 1 ukazuje, že stupňovaná jarovizace velmi podstatně mění růst jednotlivých listů do délky, a to tak, že postupně inhibuje nižší listy, kdežto vyšší listy stimuluje. Přitom v žádném z obou případů nejde o lineární závislost délky listů na době jarovizování, nýbrž o závislost zřejmě logaritmickou: čím déle byly obilky jarovizovány, tím povlnnější je pokles nebo vzestup délky listů. Avšak stimulace vyšších listů, zvláště při snížené teplotě, není trvalá. Při delších dobách jarovizování (nad 28 dní) dochází ke snížení délky těchto listů, takže závislost růstu na délce jarovizování má u nich charakter jednovrcholové křivky.

Při normální teplotě nastává přechod od inhibice k stimulaci zpravidla mezi druhým a třetím listem, při snížené teplotě mezi prvním a druhým listem.

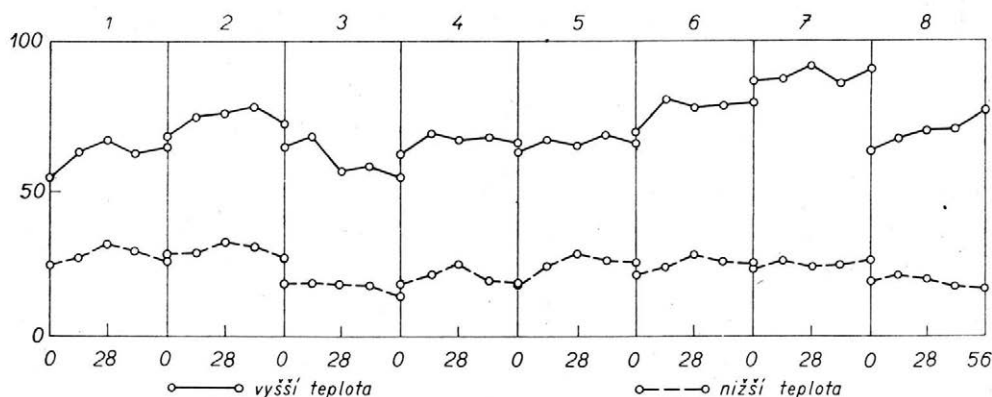
Jednotlivé odrůdy reagují přibližně stejně, bez ohledu na to, jde-li o jaře či ozimy, i když by bylo možno uvést řadu kvantitativních odchylek od uvedeného schématu. Zvláště nápadně odlišně chová se Česká přesívka, u níž je přechod od inhibice k stimulaci opožděn: při normální teplotě nastává teprve mezi třetím a čtvrtým listem, při snížené teplotě mezi druhým a třetím listem.

Graf 2 přináší grafické znázornění absolutních délek součtu listů při normální a snížené teplotě v závislosti na délce jarovizování. Je z něho patrné, že sumární délky listů jsou na době jarovizování značně méně závislé než délky jednotlivých listů. Při obou teplotách zpočátku stoupají, při střední délce jarovizování dosahují maxima, načež opět klesají. Výjimku tvoří některé ozimy, kde pokles při nejdelších jarovizačních dobách není příliš patrný. Odlišně se i zde chová Česká přesívka, u níž maximum připadá již na nejkratší dobu jarovizování a další pokles nastává dříve a je hlubší než u ostatních odrůd.



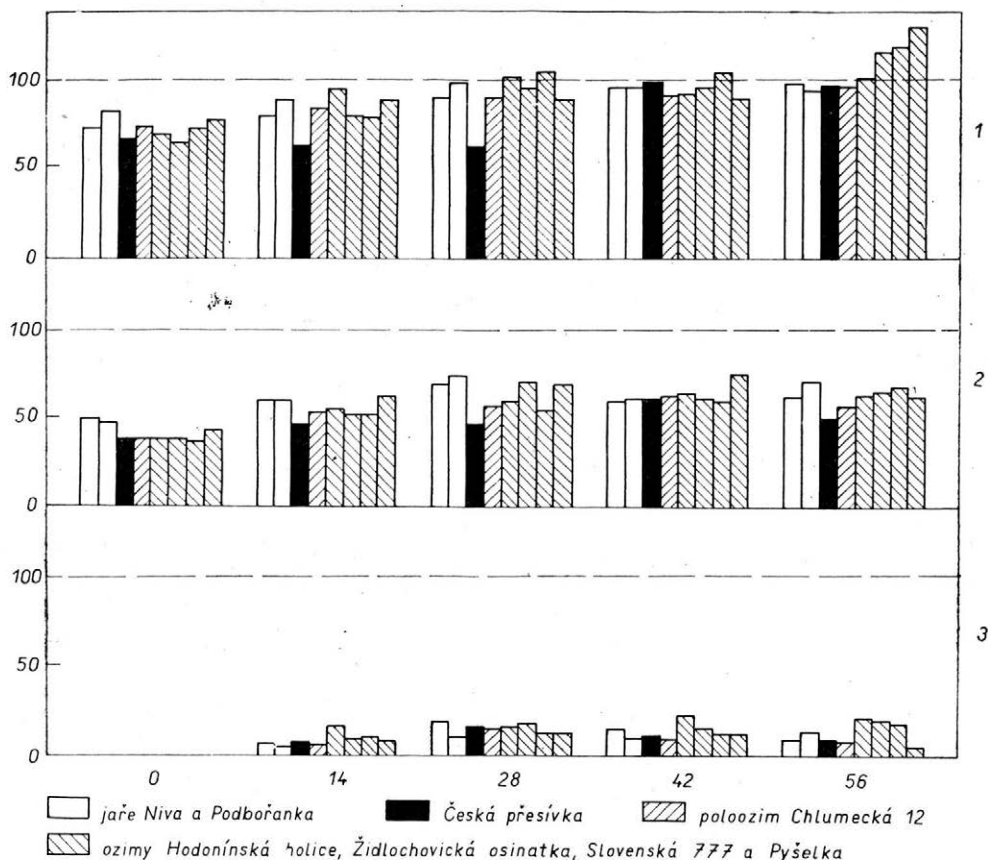
Graf 1. Délka listů mladých rostlin osmi odrůd pšenice po různě dlouhém jarovizování. Na ose x doba jarovizování ve dnech, na ose y délka jednotlivých listů v cm. Nahoře délka listů při vyšší teplotě, dole délka listů při nižší teplotě

1, 2 — jaře Niva a Podbořanka; 3 — Česká přesívka; 4 — poloozim Chlumecká 12; 5, 6, 7 a 8 — ozimy Hodonínská holice, Židlochovická osinatka, Slovenská 777 a Pyšelka



Graf 2. Sumární délka listů mladých rostlin osmi odrůd pšenice po různě dlouhém jarovizování. Na ose x doba jarovizování ve dnech, na ose y délka všech listů v cm
1, 2 — jaře Niva a Podbořanka; 3 — Česká přesívka; 4 — poloozim Chlumecká 12; 5, 6, 7 a 8 — ozimy Hodonínská holice, Židlochovická osinatka, Slovenská 777 a Pyšelka

Na grafu 3 jsou uvedeny relativní délky listů jednotlivých pater při snížené teplotě ve srovnání s teplotou normální v závislosti na délce jarovizování. Graf 3 ukazuje, že při snížené teplotě dochází k více nebo méně nápadnému omezení růstu listů jednotlivých pater. Přitom však s postupujícím jarovizováním je toto omezení postupně stále menší. Tedy čím déle byly obilky jarovizovány, tím méně se při snížené teplotě omezuje ve srovnání s vyšší teplotou růst listů. Lze říci, že jarovizace ruší toto omezení.



Graf 3. Omezení délky jednotlivých listů mladých rostlin osmi odrůd pšenice po různě dlouhém jarovizování. Na ose x doba jarovizování ve dnech, na ose y relativní hodnoty délky listů při nižší teplotě v procentech varianty při teplotě vyšší
1 — první list z dna, 2 — druhý list z dna, 3 — třetí list z dna

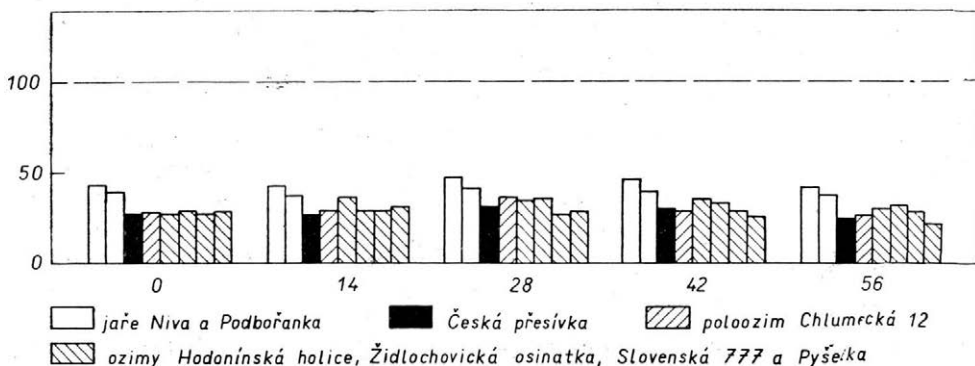
U prvního listu je omezení růstu při snížené teplotě celkem malé. Byly zde zaznamenány hodnoty od 63 % do 129 % (převýšení). Úplné zrušení účinku snížené teploty nastává zde již po 28 dnech jarovizování, u odrůdy Česká přesívka po 42 dnech. V většině ozimů přechází toto zrušení při nejdelší jarovizační lhůtě ve výrazné převýšení, tj. růst při snížené teplotě je dokonce větší než při teplotě normální.

U druhého listu je omezení růstu při snížené teplotě daleko pronikavější (na 27 % až 74 %) a na rozdíl od prvního listu se zde omezení úplně neruší. Mimo to

při nejdelších jarovizačních dobách relativní délka druhého listu při snížené teplotě opět klesá, omezení jeho růstu sníženou teplotou se zvětšuje.

Obdobné poměry jsou i u třetího listu, jenže omezení jeho růstu při snížené teplotě je ještě daleko větší: v nejarovizované kontrole se třetí list neobjevuje vůbec a ve variantách jarovizovaných se jeho růst omezuje na 3 % až 21 %. Vzdělání omezení při delším jarovizování je zde výraznější než u druhého listu.

Graf 4 znázorňuje relativní délky součtu listů při snížené teplotě ve srovnání s teplotou normální v závislosti na délce jarovizování. Graf 4 naznačuje, že celkové omezení růstu listů při snížené teplotě je dosti značné (na 21 % až 47 %). Jarovizováním se toto omezení mění mnohem méně, než tomu bylo u jednotlivých listů. Částečně se ruší pouze do 28 dnů, u většiny ozimů pouze do 14 dnů. Potom se omezení opět zvětšuje.



Graf 4. Omezení sumární délky listů mladých rostlin osmi odrůd pšenice po různé dlouhém jarovizování. Na ose x doba jarovizování ve dnech, na ose y relativní hodnoty délky všech listů při nižší teplotě v procentech varianty při teplotě vyšší

Při všech dobách jarovizování projevuje se velmi nápadný rozdíl mezi jařemi s poměrně malým omezením (na 37 % až 47 %) na jedné straně a přesívkou, poloozimem a všemi ozimy s daleko větším omezením (na 21 % až 36 %) na straně druhé.

Diskuse

Před vlastním rozбором získaných výsledků si musíme uvědomit, že osmi biologicky velmi rozdílným odrůdám, které se liší hlavně stupněm ozimosti, byly poskytnuty stejně odstupňované doby působení jarovizační teploty. To ovšem znamená, že jejich jarovizační procesy byly ukončovány v nestejnou dobu. Tak podle dosavadních údajů (Teltschero vá, 1955) např. poloozim Chlumecká 12 byl téměř plně jarovizován již při nejkratší době působení jarovizační teploty (14 dní), zatímco ozim Pyšelka teprve při nejdelší lhůtě (56 dní). Z uvedených výsledků bylo zřejmé, že ukončení jarovizace se v žádném případě neprojevovalo nějakou nápadnou změnou růstových procesů.

Nejdříve si podrobněji všimneme absolutních délek listů v závislosti na délce jarovizování.

Inhibiční účinek jarovizační teploty na růst spodních listů pšenice, zvláště listu prvního, popsal již dříve Vasiljev. Později jeho pozorování potvrdili např. Hänsel (1959), Krekule (1961) aj. Stimulační působení těchto tep-

lot na listy dalších pater (třetího a čtvrtého), jak to bylo dokázáno v této práci, dosud zaznamenáno nebylo. Tato protikladná reakce nižších a vyšších listů mladé rostliny je jev nesporně velmi zajímavý.

Vasiljev (1955) označil postupné zkracování čepele prvního a druhého listu sníženou teplotou při jarovizování jako tzv. následné působení nízké teploty. Dokázal, že je trvalé a neruší se pozdějším účinkem vysoké teploty. Tuto jeho představu je nutno rozšířit konstatováním, že inhibiční působení nízké teploty na růst se projevuje pouze u nejspodnějších listů, zatímco směrem vzhůru se ruší a přechází v protiklad, tj. v působení stimulující.

Zatím lze o povaze tohoto jevu říci, že má charakter korelativní, jak vyplývá i z údajů o sumárních délkách listů. Protikladná růstová reakce nižších a vyšších listů nepochybně souvisí s vývojovými procesy, jak to naznačil pro růst všeobecně Sergejev (1953). Biologický význam tohoto jevu je zřejmý. Stačí připomenout rychlý růst ozimů na začátku jarní vegetace, jak to zdůrazňuje např. sám Vasiljev (1953). Tuto nápadnou změnu v růstové reakci by nebylo možno vysvětlit trvalým následným působením snížené teploty podle představy Vasiljeva (1955).

Dalším zajímavým faktem je, že stimulace vyšších listů není trvalá a že při delších jarovizačních dobách dochází k opětovnému snížení jejich délky, zvláště při růstu v podmínkách snížené teploty (pod $+10^{\circ}\text{C}$). I to je fakt biologicky nesporně významný. Díky této schopnosti může být anulován nebo aspoň zmírněn stimulující účinek jarovizačních teplot, který by mohl mít, zvláště v podzimním období a v teplejších zimních mezidobích, nepříznivé následky z hlediska přezimování.

Uvažujeme-li o účinku odstupňovaného trvání jarovizačních teplot na růst listů s ohledem na rozmanitý vývojově biologický charakter studovaných odrůd, překvapí nás celková zásadní shoda v jejich chování. U jaří, přesívky, poloozimu i ozimů projevuje se při stupňované době jarovizování inhibice nejspodnějších listů a stimulace listů vyšších, snižování délky vyšších listů při delším jarovizování i rezultující z toho jednovrcholové křivky pro závislost mezi dobou jarovizování a růstem součtu listů všech pater.

Nicméně vedle této celkové shody existují mezi odrůdami četné kvantitativní rozdíly. Tak např. při normální teplotě u jaří dochází k přechodu od inhibice ke stimulaci již v oblasti druhého listu, u poloozimu a některých ozimů mezi druhým a třetím listem, u ostatních ozimů teprve v oblasti třetího listu. Zdá se tedy, že přechod od inhibice ke stimulaci je závislý na stupni ozimosti. Čím je stupeň ozimosti větší, tím později, tj. u vyššího listu, přechází inhibice ve stimulaci. Mimo to u stejnojmenných listů je zpravidla inhibice tím silnější a stimulace tím slabší, čím vyšší je stupeň ozimosti.

Stejně zajímavé závěry můžeme vyvodit i z rozboru výsledků z hlediska omezení růstu při snížené teplotě.

Jak již bylo řečeno, bylo v dřívější práci (Cetl, 1960) konstatováno, že neúplná jarovizace do značné míry ruší omezující účinek teploty pod $+10^{\circ}\text{C}$ na růst ozimů. V přítomné práci bylo dokázáno, že uvedená zákonitost platí pouze v poměrně úzkém rozmezí jarovizačního období na jeho začátku. Při delším jarovizování se toto omezení opět zvyšuje.

I v tomto případě jde o jev fyziologicky zatím obtížně interpretovatelný, avšak biologicky srozumitelný. Jarovizační teploty urychlují vývoj ozimů, přibližují je z hlediska růstových procesů a tím i přezimování k jařím. Při delších dobách působení však jarovizační teploty vedou opět k relativně nižšímu růstu a napomáhají vzrůstu omezení, což má nepochybně kladný význam pro přezimování.

I zde můžeme pozorovat, že celkový charakter této závislosti je pro všechny odrůdy bez ohledu na jejich stupeň ozimosti v podstatě shodný. Ve všech případech se stupeň omezení růstu sníženou teplotou zvyšuje zdola nahoru, tj. od prvního k třetímu listu, dále se toto omezení ruší působením jarovizační teploty zdola nahoru postupně slaběji a konečně, zvláště u druhého a třetího listu, se toto omezení po delším jarovizování zveštuje.

Přes tuto shodu existují i v tomto směru mezi odrůdami kvantitativní rozdíly. Tak zejména posuzujeme-li výsledky podle stupně omezení růstu a součtu všech listů, vidíme, že obě jarní odrůdy při všech jarovizačních dobách omezují růst daleko méně než všechny odrůdy ostatní, přezimující. I když počet zkoumaných odrůd je tentokrát malý, přece se zde potvrzuje zákonitost zjištěná na daleko rozsáhlejší materiálu v naší dřívější práci, že totiž relativní růst při teplotě pod $+10^{\circ}\text{C}$ je nepřímě úměrný stupni ozimosti. Tento rozdíl mezi jarními a ozimými odrůdami je zřejmě trvalý. Ozimy se sice v průběhu jarovizace přibližují svým omezením růstu jářím, ale pouze dočasně, načež se od nich opět vzdalují. To znamená, že jarovizace nebo přesněji udržování probuzených klíčků při jarovizační teplotě nemůže u ozimů právě pro uvedené pozdější zvýšení omezení růstu zrušit toto omezení natolik, aby se co do stupňů omezení vyrovnaly jářím. A naopak ani dlouhé udržování probuzených klíčků jarı při jarovizačních teplotách nemůže vést k tak výraznému zvýšení omezení, aby se přiblížily k ozimům.

Je zajímavé, že spolu s ozimy reagují kvantitativně obdobně i obě další přezimující odrůdy, přesívka a poloozim, které podle dosavadních poznatků mají kratší jarovizační období než typické ozimy. Z toho je patrné, že podle klasického pojetí stadijnosti nezáleží při tom jen na délce stadia jarovizace, nýbrž i na vývojových charakteristikách dalších období ontogeneze.

Jak bylo uvedeno v předchozí části, zejména právě Česká přesívka reaguje v mnoha směrech odlišně ve srovnání s ostatními zkoumanými odrůdami. Svědčí to znovu o biologické odlišnosti našich přesívek, srovnáme-li je s ostatními pšenicemi, ať jarními či ozimými, a velmi dobře to vystihuje jejich zvláštní chování při podzimním i jarním výsevu, pokud se týče růstu a přezimování (Glasnerová a TeltschEROVÁ, 1952; Petr, 1958).

Z výsledků této práce a jejich diskuse lze vyvodit i některé závěry, které by mohly přispět k řešení otázky vztahu mezi růstem a vývojem. Na jedné straně existují některé rysy růstových procesů, které jsou úzce závislé na procesech vývojových. Např. hlubší omezení růstu při snížené teplotě u ozimějších forem, jejich pozdější přechod od inhibice nižších listů ke stimulaci listů vyšších atd. Poněvadž rozdíl mezi jarními a ozimými formami je pouze kvantitativní, jde u těchto rysů rovněž jen o kvantitativní rozdíly v závislosti na stupni ozimosti a tudíž v závislosti na vývojových procesech.

Na druhé straně jsou jiné rysy růstových procesů, jež jsou na vývojově biologické charakteristice odrůdy nezávislé a jsou tedy obecnějšího rázu, jako např. různá reakce na jarovizační teplotu u listů různých pater, pokles a po něm následující vzestup omezení růstu při teplotě pod $+10^{\circ}\text{C}$ atd. Tak např. Křekule (1960) zjistil, že k inhibici růstu prvního listu za jarovizační teploty dochází i v přítomnosti inhibitorů vlastního jarovizačního procesu a tedy nezávisle na něm. V těchto případech jde patrně o projev historicky daleko staršího přizpůsobení, než je přizpůsobení úzce specializovanému jarnímu či ozimému způsobu života, jak to platí pro korelativní vztahy uvnitř rostliny vůbec (Dostál, 1959). Pozdější přizpůsobení k určitému způsobu života zřejmě nemůže kvalitativně změnit projevy těchto starších přizpůsobení a pouze mění jejich kvantitativní výraz.

To vede k předpokladu, že závislost růstových procesů na procesech vývojo-

vých, jak ji postulují klasická formulace stadijnosti, může být očekávána pouze tam, kde jednotlivé specifické rysy růstu vznikaly buď současně s přizpůsobením k daným podmínkám vývoje, nebo později.

Získané závěry byly ovšem vyvozeny z pokusů časově omezených na 14 dní růstu ve dvou různých teplotách po předchozím maximálně 56denním působení jarovizačních teplot. Proto bude nutno tyto závěry dále ověřovat jak v polních podmínkách, tak zejména v rozsáhlejších pokusech za kontrolovaných podmínek, a zpřesňovat je jemnějšími metodami.

Avšak i tak je zřejmo, že další studium vztahů mezi růstem a vývojem může poskytnout výsledky nejen teoreticky zajímavé, nýbrž i prakticky důležité, zvláště když si uvědomíme, že u ozimých obilovin řada hospodářsky důležitých vlastností, zejména reakce na podmínky přezimování, je úzce závislá na charakteru růstových procesů a teprve jejich prostřednictvím na vývojově biologických charakteristikách. Využití těchto poznatků při šlechtění je v tomto směru na prvním místě.

Souhrn

1. Stupňovaná předosevní jarovizace při pěstování mladých rostlin za teploty normální (15 až 17° C) i snížené (6 až 8° C) inhibuje růst listů nižších a stimuluje růst listů vyšších. Stimulace vyšších listů za snížené teploty není trvalá; při delším jarovizování (nad 28 dnů) délka těchto listů opět klesá. Při normální teplotě nastává přechod od inhibice k stimulaci asi mezi druhým a třetím listem, při snížené teplotě asi mezi prvním a druhým listem (graf 1).

2. Sumární délky všech listů na rostlině jsou na době jarovizování méně závislé. Při obou teplotách zprvu stoupají, při střední délce jarovizování (28 dnů) dosahují maxima a později opět klesají (graf 2).

3. Protikladná růstová reakce nižších a vyšších listů při odstupňovaném jarovizování má korelativní charakter. Postupné snižování délky vyšších listů při delším jarovizování za snížené teploty je biologicky významné, neboť díky této schopnosti může být zmírněn stimulační účinek jarovizačních teplot, nevýhodný z hlediska přezimování.

4. Rozdíly mezi jařemi a přezimujícími odrůdami jsou pouze kvantitativní. Zpravidla čím větší je stupeň ozimosti, tím později, tj. u vyššího listu dochází k přechodu od inhibice k stimulaci, a tím je inhibice silnější a stimulace slabší.

5. Při snížené teplotě dochází k omezení růstu listů jednotlivých pater ve srovnání s normální teplotou. U prvního listu je omezení celkem malé. Jarovizací se toto omezení ruší již při působení jarovizačních teplot kolem 28 dní. U druhého listu je omezení větší. Jarovizací se sice toto omezení zmenšuje, ale neruší se úplně a při delších dobách jarovizování znovu stoupá. U třetího listu je omezení velmi silné a jeho vzestup při delším jarovizování je ještě výraznější (graf 3).

6. Omezení sumární délky všech listů na rostlině při růstu za snížené teploty je na době jarovizování méně závislé. Omezení se částečně ruší kratším jarovizováním, delším jarovizováním se stupňuje (graf 4).

7. Zvýšení omezujícího účinku snížené teploty při delším působení jarovizačních teplot je rovněž biologicky významné, neboť má kladný význam při přezimování.

8. Omezení růstu při snížené teplotě bez ohledu na délku jarovizování je u jaří daleko slabší než u přezimujících odrůd.

9. Získané výsledky jsou dále diskutovány z hlediska fylogeneze růstových přizpůsobení.

Došlo dne 31. 8. 1961

Literatura

1. Cetl I.: Omezení růstu u jarních a ozimých obilovin při teplotě pod $+10^{\circ}\text{C}$. 1960, Sb. CSAZV - Rostlinná výroba, r. 6/XXXIII/A, č. 3, str. 319-330. — 2. Dostál R.: O celistvosti rostliny. 1959, Praha. — 3. Glasnerová E. a Teltscherová L.: Příspěvek k objasnění fyziologické podstaty přesívky. 1952, Čs. biol., č. 1, str. 13-17. — 4. Hänsel H.: Vernalisationsverfahren und Vernalisationsprozeß in ihren Beziehungen zur Kälteresistenz bei Getreide. 1959, Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, č. 41, str. 45-64. — 5. Křekule J.: The length of the first leaf-blade of winter-wheat is not an indicator of vernalization. 1961, Biol. plantarum č. 2, str. 85-88. — 6. Lysenko T. D.: Teoretické osnovy jarovizací. 1935, Moskva. — 7. Petr J.: Biologie českých přesívek. 1958, Kand. dis. práce, Praha, VŠZ. — 8. Sergejev L. I.: Vynoslivost rastěnj. 1953, Moskva. — 9. Vasiljev I. M.: Menšaja intensivnost rosta ozimych pšeníc po sravněnjju s jarovymi pri ponižennych tēperaturach. 1939a, Dokl. AN SSSR, č. 1. — 10. Vasiljev I. M.: Rost različnych po morozostojkosti pšeníc v period zakalivanija. 1939b, Dokl. AN SSSR, č. 2. — 11. Vasiljev I. M.: Morozostojkost ozimych kultur v zavisimosti ot rosta v period zakalivanija. 1946, Dokl. Vsesoj. sověšč. po fiz. rast., č. 1, str. 120-127. — 12. Vasiljev I. M.: Zimostojkost rastěnj, 1953, Moskva. — 13. Vasiljev I. M.: Posledějstvije tēperatury na rost rastěnj. 1955, Fiz. rast., č. 2, str. 239-246. — 14. Teltscherová L.: K otázkám stadijnosti československých pšeníc a ječmenů. 1955, Vědecké práce VÚRV CSAZV v Praze-Ruzyni, str. 9-39.

Зависимость роста листьев пшеницы от продолжительности яровизации

1. Ступенчатая предпосевная яровизация у молодых растений, выращиваемых при нормальной температуре ($15-17^{\circ}\text{C}$) и при пониженной ($6-8^{\circ}\text{C}$), ингибирует рост нижних листьев и стимулирует рост вышеразположенных листьев. Стимуляция верхних листьев при пониженной температуре непостоянна; при более продолжительном сроке яровизации (более 28 суток) длина этих листьев опять уменьшается. При нормальной температуре наступает переход от ингибирования к стимуляции приблизительно между вторым и третьим листьями, при пониженной температуре — приблизительно между первым и вторым листьями (рис. 1).

2. Суммарная длина всех листьев растения от продолжительности яровизации зависит меньше. При обеих температурах она сначала повышается, при средней продолжительности яровизации (28 суток) достигает максимума, а позже суммарная длина снова уменьшается (рис. 2).

3. Противоположная реакция роста ниже и вышеразположенных листьев при ступенчатой яровизации носит коррелятивный характер. Постепенное укорачивание вышеразположенных листьев при продолжительной яровизации и при пониженной температуре имеет биологическое значение, так как благодаря этой способности может частично снижаться стимулирующее действие температур яровизации, невыгодное с точки зрения перезимовки.

4. Различия между яровыми и озимыми сортами только количественные. Как правило, чем выше степень озимости, тем позже, то есть в более верхнем листе наступает переход от ингибирования к стимуляции, и тем сильнее ингибирование и слабее стимуляция.

5. При пониженной температуре по сравнению с нормальной температурой наступает ограничение роста листьев отдельных ярусов. У первого листа ограничение совсем незначительное. Яровизацией это ограничение ликвидируется уже при действии яровизационных температур в течение примерно 28 суток. У второго листа ограничение больше. Хотя, благодаря яровизации, это ограничение уменьшается, но не уничтожается полностью и при более продолжительных сроках яровизации снова увеличивается. У третьего листа ограничение очень сильное и его рост при более продолжительной яровизации еще отчетливее (рис. 3).

6. Ограничение суммарной длины всех листьев растения при росте при пониженной температуре от продолжительности яровизации зависит меньше. Ограничение частично ликвидируется при более короткой яровизации, а при более продолжительной яровизации возрастает (рис. 4).

7. Повышение ограничивающего действия пониженной температуры при более продолжительном действии температур яровизации также биологически важно, так как оно имеет положительное значение при перезимовке.

8. Ограничение роста при пониженной температуре без учета продолжительности яровизации у яровых значительно слабее, чем у зимующих сортов.

9. Полученные результаты обсуждаются с точки зрения филогенеза ростовых приспособлений.

Abhängigkeit der Wachstumsintensität der Weizenblätter von der Dauer der Vernalisation

1. Bei abgestuftem Vernalisieren wird bei normaler (15 bis 17°C) und bei erniedrigter (6 bis 8°C) Temperatur die Wachstumsintensität unterer Blätter inhibiert und oberer Blätter stimuliert. Die Stimulation oberer Blätter bei erniedrigter Temperatur ist nicht dauerhaft; bei längerem Vernalisieren (28 Tage und mehr) nimmt die Länge der Blätter ab. Bei normaler Temperatur beginnt der Übergang von der Inhibition zur Stimulation annähernd zwischen dem zweiten und dritten, bei erniedrigter Temperatur annähernd zwischen dem ersten und zweiten Blatte (Abb. 1).

2. Die gegensätzliche Wachstumsreaktion unterer und oberer Blätter bei abgestuftem Vernalisieren trägt einen korrelativen Charakter. Die eben erwähnte Abnahme der Länge oberer Blätter bei längerem Vernalisieren und bei erniedrigter Temperatur ist von biologischer Bedeutung, da dank dieser Eigenschaft die stimulierende Wirkung der Vernalisationstemperaturen, die beim Überwintern gefährlich ist, gemildert werden kann.

3. Die Gesamtlänge sämtlicher Blätter der Pflanze wird durch die Vernalisationsdauer nicht so stark beeinflusst. Bei beiden Temperaturenstufen steigt sie am Anfang an, nach 28 Tage anhaltendem Vernalisieren erreicht sie ihr Maximum und später sinkt sie wieder ab (Abb. 2).

4. Die Unterschiede zwischen Sommer- und Wintersorten sind nur quantitativ. In der Regel je länger das Vernalisationsstadium ist, desto später, d. h. bei einem höheren Insertionsgrad beginnt der Übergang von der Inhibition zur Stimulation und desto stärker ist die Inhibition und schwächer die Stimulation.

5. Bei erniedrigter Temperatur wird das Wachstum der Blätter einzelner Etagen im Vergleich mit der normalen Temperatur beschränkt. Beim ersten Blatt ist die Beschränkung verhältnismäßig gering. Durch Vernalisieren wird diese Beschränkung schon bei 28-tägigem Einwirken der Vernalisationstemperaturen völlig aufgehoben. Beim zweiten Blatt ist die Beschränkung stärker. Durch Vernalisieren wird sie zwar vermindert, aber nicht völlig aufgehoben, und bei längerem Einwirken der Vernalisationstemperaturen steigt sie wieder an. Beim dritten Blatt ist die Beschränkung sehr stark und ihr Anstieg ist noch stärker ausgeprägt (Abb. 3).

6. Die Beschränkung der Länge aller Blätter der Pflanze bei erniedrigter Temperatur ist von der Vernalisationsdauer weniger abhängig. Diese Beschränkung wird durch ein kürzeres Vernalisieren teilweise aufgehoben, durch längeres Vernalisieren wird sie gesteigert (Abb. 4).

7. Die Erhöhung der beschränkenden Wirkung erniedrigter Temperatur bei längerem Vernalisieren ist gleichfalls biologisch bedeutend, da sie beim Überwintern positiv wirkt.

8. Die Wachstumsbeschränkung bei erniedrigter Temperatur ist bei den Sommersorten weit schwächer als bei den Wintersorten.

9. Die gewonnenen Resultate werden vom Standpunkt der Phylogenese der Wachstumsanpassung weiter diskutiert.

Kořeny jednoděložných

Корни однодольных растений

Wurzeln einkeimblättriger Pflanzen

Blanka ROVENSKÁ, prom. biol.

Atlas anatomické stavby kulturních rostlin ČSAV, Praha

Předložil akademik S. Prát

A. De Candolle (1882) cituje Turpinovu „Iconografii“ a píše o tom, že kořeny jednoděložných odumírají brzo po vyrazení. Kniha S. Endlichera a F. Ungera (1843) řeší problém kořenů jednoděložných podobně jako práce předchozí. Proto v knize J. Sw. Presla (1848) jako přehledu těchto starých prací se pak dočítáme: „Jinak se mají jednoděložnice, buď jsou wzezření stromůw, buď bylin, anebo zelin. Kořen hlavní z kořínku klowého powstalý brzo mizí a hyne, protože mají toliko kořeny wedlejší.“ Také Velenovský říká (1905, str. 315), že hlavní kořen u jednoděložných při dalším růstu rostliny odumírá. Místo něj se záhy vyvinou adventivní kořeny. K Velenovskému se připojil Kavina (1950, str. 16), s tvrzením, že u jednoděložných hlavní kořen záhy odumírá. V Německu W. Troll v knize „Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen“ (I. díl 1937, str. 145 a 146) sledoval kukuřičnou rostlinu a řekl, že se zesilováním výhonku, z něhož začíná vývoj homorhizních kořenů, ztrácí hlavní kořen a starší části stonku na důležitosti, aby konečně uhynuly. Týž autor v pozdější práci „Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie“ (I. díl 1954, str. 176) připojil ke statí o těžce kukuřičné rostlině, že se tato může udržet i když starší kořeny netloustnou a stojí tudíž na nově vybudovaném kořenovém základu a starší části kořenů mohou uhynout.

Tvrzení o tom, že primární kořen u všech jednoděložných, trávy z toho nevyjímaje, záhy uhynie, se přeneslo do učebnic. Ujali jsme se úkolu prověřit správnost tohoto tvrzení u některých našich obilovin. Zvolili jsme k tomu pšenici jarní Nivu, pšenici ozimou Stupickou Bastarda a žito ozimé České. Růst primárního kořínku jsme sledovali na filtračním papíru na Petriho miskách, ve vodních kulturách v Knoppově živném roztoku a v hrncových kulturách, a to jednak v písku, jednak v hlíně; vedle toho jsme pozorovali i polní kultury.

Na Petriho miskách jsme sledovali rostliny do doby, kdy první lístek prorazil koleoptilí. Ve vodních kulturách a v kulturách hrncových jsme sledovali tyto kořeny na rostlinách do doby, kdy se odklonil třetí list. Z hlíny i písku jsme pečlivě rostliny vyjímali a proudem vody zbavili nečistot. Na takto upravených kořenech jsme sledovali, zda primární kořínek roste nebo zda zahynul. Během celé této naší práce jsme nezjistili ani v jediném případě, že by uhynul primární kořen do námi určené doby, pakliže nedošlo k poranění. O poranění jsme se přesvědčili mikroskopicky.

U jarní pšenice Nivy jsme ve sledování kořenů pokračovali i během vegetace v polním pokusu. Kořeny této sorty jsme sledovali anatomicky a roztřídily je do skupin.

Ve většině námi sledované literatury jsme se setkali s označením adventivní pro všechny ostatní kořeny, které vyrostly za kořenem primárním z odnožovacího uzlu nebo z obilky. Sověští autoři M. T. Jastrebov a A. I. Nosatovskij říkají všem kořenům založeným již v embryu kořeny zárodečné. Rozhodli jsme se proto pro bližší roztřídění; kořen, který je založen v embryu, pochází tudíž z primárního meristemu a vyrůstá jako první, nazýváme kořenem hlavním, primárním, jak je ustáleno v literatuře. Tento kořen je většinou trvale na bázi vñčen prstencem koleorhizy. Dva nebo čtyři kořeny, které jsou založeny rovněž v embryu a pocházejí tudíž z primárního meristemu, jsou však bez koleorhizy a vyrůstají vedle kořene primárního, nazýváme kořeny vedlejšími. Němec (1930, str. 404) nazývá však vedlejšími ty kořeny, které vyrostly na různých místech lodyhy a listů. Novější literatura jim říká embryonální (A. I. Nosatovskij, 1959, K. Esau, 1953). Název vedlejší jsme zvolili proto, že nejlépe odpovídal poloze těchto kořenů. Všechny ostatní kořeny, které vyrostly z druhotného meristemu, tedy kořeny vyrostlé z odnožovacího uzlu nebo z prvního nadzemního kolínka, nazýváme kořeny adventními. Postranní kořeny jsou ty, kterými větví kořeny primární, vedlejší nebo adventivní, viz schéma (1).

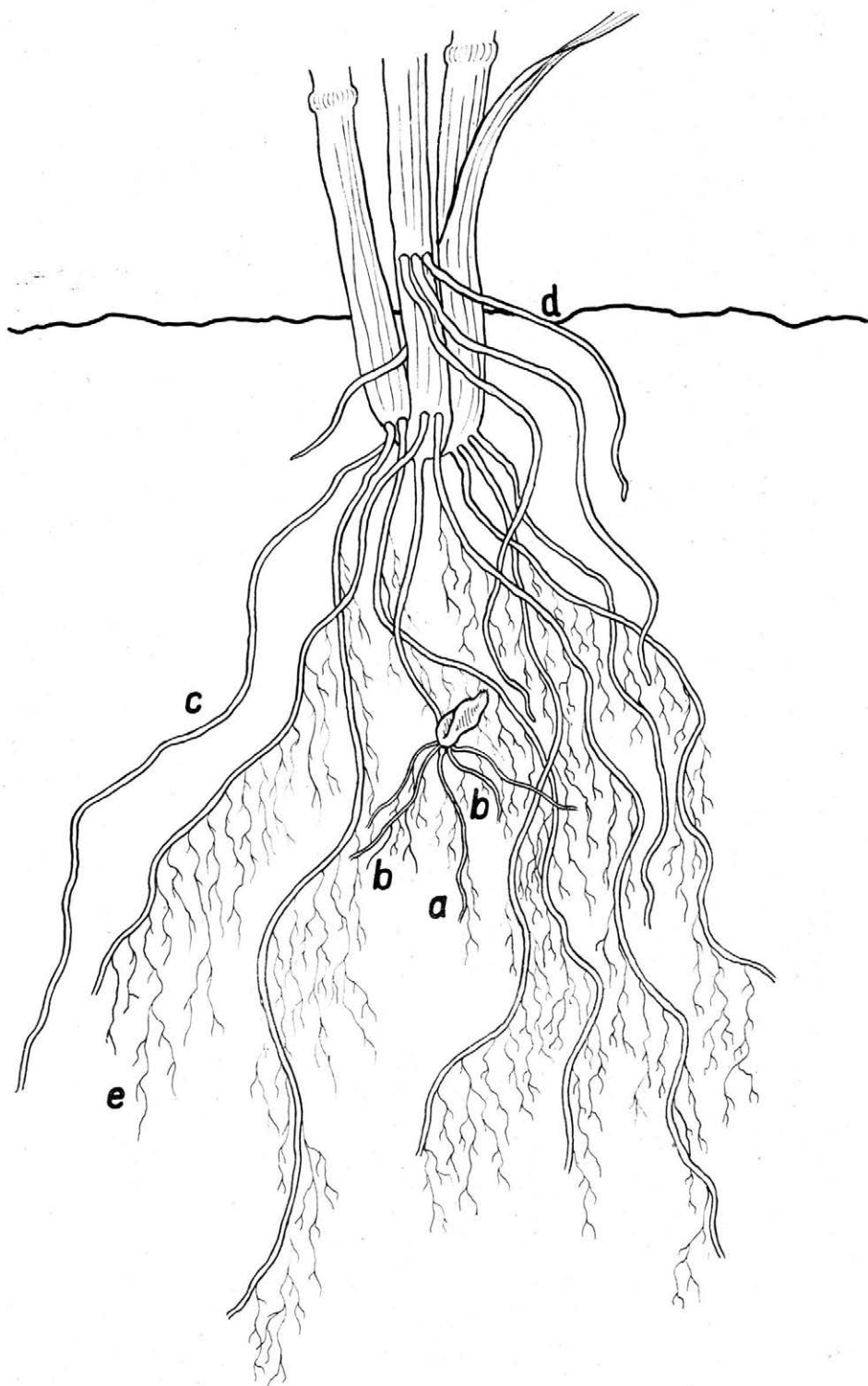
Anatomii kořenů pšenice jsme sledovali u kořene primárního, kořenů vedlejších a adventivních, a to po vyklíčení, v době odklonění prvního listu, po metání a těsně před sklizní.

Základní anatomická stavba je přibližně stejná po vyklíčení jak u primárního kořínku, tak i u kořínků vedlejších, s tím rozdílem, že vedlejší kořínky nevěncí na bázi prstenec koleorhizy.

Když primární kořínek prorazil koleorhizu, pozorovali jsme pletivo kořínku na příčných řezech. Kořenová špička je kryta čepičkou (kalyptrou), která se skládá z kulatých tenkostěnných buněk (obrázek 2). V následujících řezech vidíme uprostřed pletiva čepičky pěti- až šestihranné buňky, zvané iniciály. Tyto buňky se dělí a tvoří základ jednotlivých pletiv. Pletiva se diferencují centripetálně (obrázek 3; podobně i Němec, 1930, str. 573). Pozorujeme-li však diferenciaci pletiva u kořínků vypěstovaných z obilek položených na Petriho misce, zjistíme, že se pletiva rychleji diferencují na té straně kořínku, která byla v dotyku s podkladem. Na této straně pak nedorůstá pletivo kořenové čepičky do té výšky jako na straně protilehlé. Pletivo čepičky kryje jednovrstevný dermatogen, který má na příčném řezu buňky protáhlé kolmo na osu kořínku. Postupně se diferencují i buňky periblému a dále pléromu. Buňky endodermis nejsou po diferenciaci ještě jednostranně ztlustlé. Pod endodermis se začínají intenzívně dělit buňky pericyklu a centrálního cylindru. Pod pericyklem se vytvořilo 5 až 7 trojhranných buněk, v nichž postupně odumřela plazma i jádro. Jsou to první sítkovice. Uprostřed kořínku vidíme na příčném řezu jednu velkou jednojadernou buňku (obrázek 4).

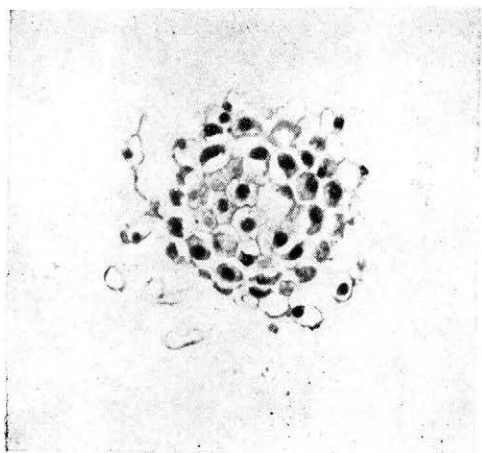
Nad meristemem je tak zvaná zóna prodlužovací. Na příčném řezu vedeném touto částí vidíme, že se z buněk dermatogenu utvořily ploché buňky rhizodermis. Také ve střední velké buňce odumřela plazma. V této prodlužovací zóně se buňky protahují do délky, tedy ve směru podélném s osou kořene. Nad zónou prodlužovací vidíme, že z rhizodermis vyrůstá kořenové vlášení. Vlášení je jednobuněčné, jádro v něm je posunuto k vnějšímu okraji, tedy ke špičce vlásku. V centrálním cylindru se pak diferencuje lýko (floem) a dřevo (xylem).

Primární kořínek, podobně jako kořínky postranní, se může větvit. Než vyrostle nový kořenový výběžek, začnou se intenzívně dělit buňky pericyklu a tvoří upro-

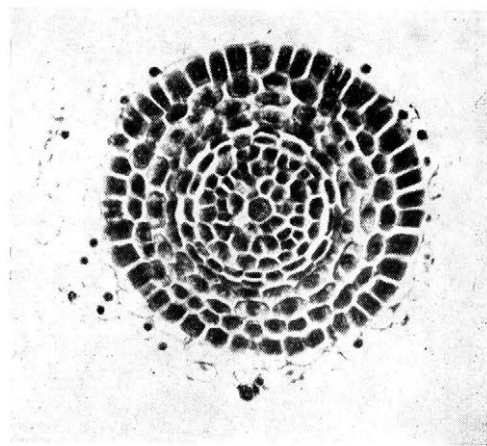


1. Schéma kořenů vyrůstajících z odnožovacího uzlu a z obilky u jarní pšenice Nivy.
 a = kořen primární, b = kořeny vedlejší, c = kořeny adventivní, d = kořeny ad-
 ventivní, které vyrostly z prvního nadzemního kolínka, e = kořeny postranní.

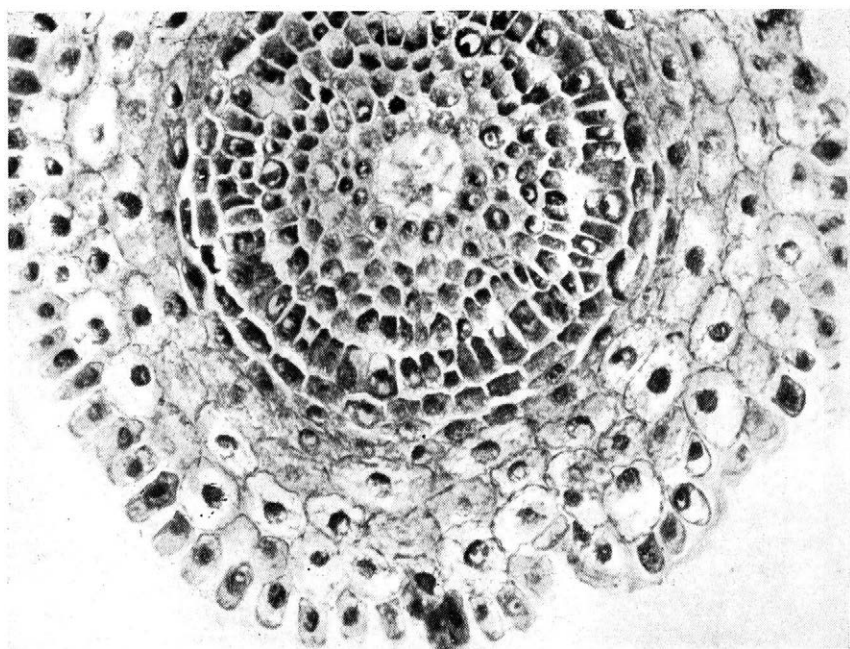
Zvětšeno 1 : 2. Del. E. Křivánková



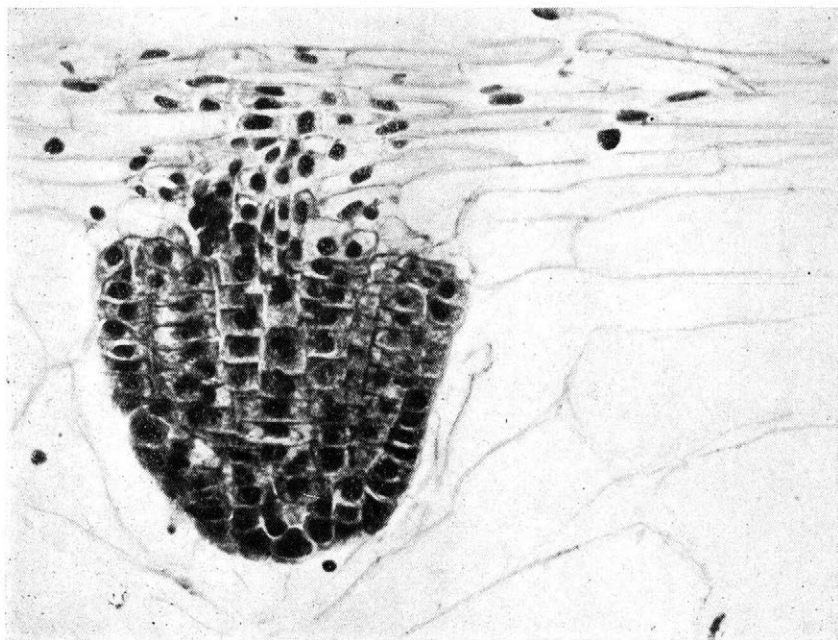
2. Kořenová čepička (jarní pšenice Niva),
příčný řez, zv. 225 : 1. Foto J. Kubec



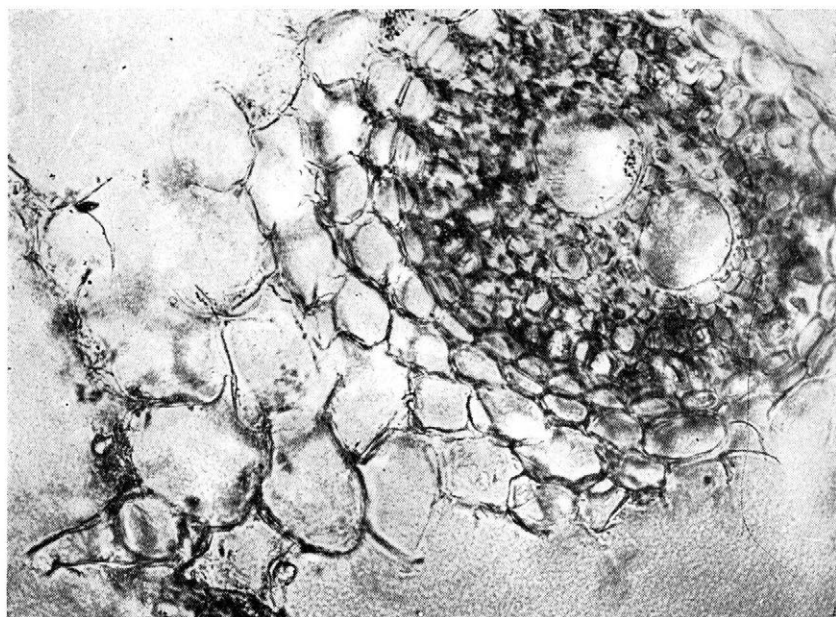
3. Kořínek s kořenovou čepičkou (jarní
pšenice Niva), příčný řez, zv. 225 : 1. Foto
J. Kubec



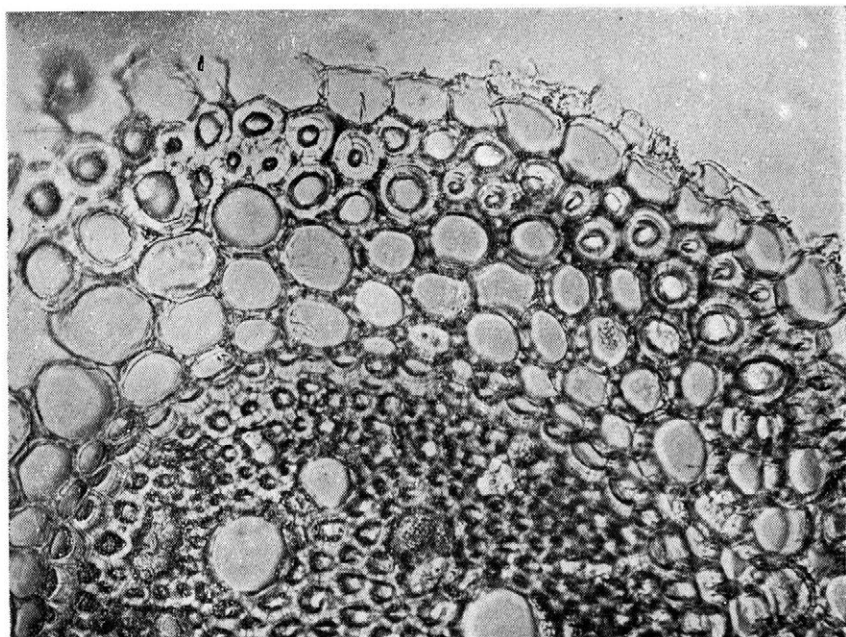
4. Diferencovaný kořínek při prvním listu (jarní pšenice Niva),
příčný řez, zv. 225 : 1. Foto J. Kubec



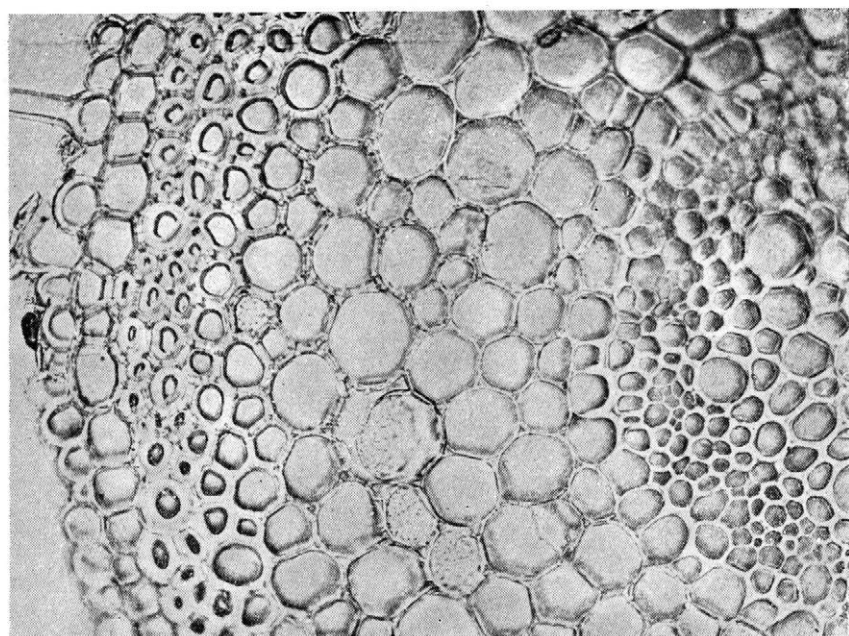
5. Tvořící se postranní kořínek (jarní pšenice Niva), podélný řez,
zv. 225 : 1. Foto J. Kubec



6. Primární kořínek v době metání (jarní pšenice Niva), příčný řez,
zv. 225 : 1. Foto J. Kubec



7. Adventivní kořen v době metání (jarní pšenice Niva), příčný řez, zv. 225 : 1. Foto J. Kubec



8. Adventivní kořen vyrostlý z nadzemního uzlu v době metání (jarní pšenice Niva), příčný řez, zv. 225 : 1

střed okolního pletiva nový útvar, který po roztržení kůry vytvoří kořenovou větev (obrázek 5).

Na podélném řezu primárním kořínkem vidíme na špičce čepičku (kalyptru), složenou z podélných buněk. Čepička kryje vrstvu dermatogenu, pod ní je periblém a plérom. Středem pléromu vede řada velkých buněk, v nichž nad čepičkou odumře plazma a utvoří se centrální céva.

Později jsme sledovali kořínky v době, když byl odkloněn první list. V tu dobu jsou kořínky různé dlouhé. Někdy měří 15 cm, někdy pouhých 5 cm. Společivá to na různém složení půdy. S tím souvisí také jejich různé větvení. Pravidelně s délkou ubývá i hustota rozvětvení.

Vzorky k anatomickému sledování těchto kořínků jsme odebírali z polního pokusu VÚRV v Ruzyni. Kořeny jsme odřezávali ve vzdálenosti 2 cm pod obilkou. V těchto místech má primární i vedlejší kořínek rhizodermis na příčném řezu jednovrstevnou. Kůra je parenchymatická, endodermis je jednostranně ztlustlá. Pericykl má na průřezu pravidelné čtyř-, pěti- nebo šestihranné buňky. Pod pericyklem se vytvořily vedle jednotlivých trojhranných buněk, sítkovic, dvě další buňky a oddělila se tak skupinka lýka od dřeva, tvořeného cévami uloženými mezi jednotlivými lýkovými skupinami. Pletivo, vyplňující centrální cylindr, je parenchymatické. Vedle centrální cévy jsou někdy jedna nebo dvě cévy vedlejší. Počet cév není podmíněn charakterem odrůdy nebo druhu.

Po metání a pak těsně před sklizní jsme odebírali kořeny naposled. V tu dobu tvoří již hustou spleť síť bohatě větvenou, rozrůstající se do hloubky i šířky.

Sledovali jsme:

1. primární a vedlejší kořínky u těch rostlin, pod nimiž zůstala zachována obilka;
2. adventivní kořínky ze vzdálenosti 1 až 2 cm od odnožovacího uzlu;
3. adventivní kořínky, které vyrazily z prvního nadzemního kolínka.

Primární a vedlejší kořeny, které jsme odpreparovali od zachované obilky, mají na příčném řezu jednovrstevnou rhizodermis, pod ní je buď parenchymatická kůra nebo je těsně pod rhizodermis jedna vrstva sklerenchymatické interkutis a teprve pod interkutis je parenchymatická kůra. Endodermis má jednostranně ztlustlou blánu buněčnou. Pod endodermis je pericykl. Centrální cylindr má pletivo sklerenchymatické a je v něm uloženo 5, 6 nebo i 7 cév. Skupinky lýka jsou roztroušeny těsně pod pericyklem. Setkali jsme se však i s tím, že u těchto kořínků zůstal v této době zachován pouze centrální cylindr (obrázek 6).

Anatomická stavba kořínků adventivních je složitější než u kořenů předchozích. Tyto kořeny mají rhizodermis dvouvrstevnou. Kořenové vlášení vyrůstá z vnější, první vrstvy. Pod rhizodermis je dvou až třívrstevná sklerenchymatická interkutis (Němec, 1930, exodermis Nosatovskij, 1950). Pak následuje dvou- až třívrstevný korový parenchym. Jednostranně ztlustlá endodermis vroubí pericykl. Pletivo centrálního cylindru je převážně sklerenchymatické a má 4, někdy až 7 cév. Blány buněk endodermis, pericyklu a centrálního cylindru mají zřetelné lamely.

Rozdíl mezi posledními dvěma skupinami adventivních kořenů je v tom, že buňky centrálního cylindru u skupiny poslední nemají stěny tak tlusté jako u skupiny předchozí (pod odnožovacím uzlem $\varnothing$ 4 μ /min. 2,9 μ — max. 5,1 μ / z nadzemního kolínka $\varnothing$ asi 2,5 μ /min. 1,2 μ — max. 3,8 μ /) (obrázky 7, 8).

Stavba kořenů odebraných před sklizní je tatáž jako u předchozích, avšak v tuto dobu podléhají již kořeny stárnutí. Tkáň hnědne a trhá se. Tím je postiženo jak korové pletivo, tak i pletivo centrálního cylindru. Procesu odumírání podléhají

téměř současně jak kořínky primární, tak i vedlejší, které zůstaly u zachované obilky, a právě tak i kořínky pod trsem, tedy adventivní. Jako poslední hynou po sklizni kořínky adventivní, které vyrostly z nadzemních kolínek po metání nebo těsně před sklizní.

Z á v ě r

Primární kořen u námi sledovaných obilovin (pšenice a žito) neodumírá záhy po vyrazení. Toto potvrdil ve své práci též V. Skládal (1959). Rozdělili jsme kořeny do čtyř vyhraněných skupin: primární, vedlejší, adventivní, postranní (laterální). Jednotlivé kořenové skupiny jsme sledovali u pšenice jarní Nivy. Primární kořen je na bázi věnčen prstencem koleorhizy, má společně s kořeny vedlejšími jednovrstevnou rhizodermis, do sklizně se často z těchto kořenů zachová pouze centrální cylindr.

Adventivní kořeny mají rhizodermis dvouvrstevnou.

Rozdíl mezi adventivními kořeny z nadzemních kolínek je pouze v tom, že první mají v centrálním cylindru blány buněčné tlustší.

Literatura

1. De Candolle A.: Organographie der Gewächse. 1828, I. Band, pp. 220, orig. 259, Stuttgart und Tübingen. — 2. Endlicher St., Unger F.: Grundzüge der Botanik. 1843, pp. 64, Wien. — 3. Esau K.: Plant Anatomy. New York - London, J. Wiley-Chapman, Halle 1953. — 4. Jastrebov M. T.: Intensivnost dychanija korněj, uzlov, kuščenija i listjev jarovoj pšenicy v svjazi s uslovijami pitanija. 1956, DAN SSSR, c. 106 (1), str. 148-151. — 5. Kavina K.: Morfologie rostlin. Praha 1950 (str. 16). — 6. Němec B.: Rostlinopis, sv. II. Nauka o buňce, anatomie rostlin. Praha 1930. — 7. Nosatovskij A. I.: Pšenica. Moskva 1950. — 8. Presl J. Sw.: Počátkové rostlinosloví. Praha 1848 (str. 311). — 9. Skládal V. a kolektiv: Sladovnický ječmen. Praha 1959 (st. 28). — 10. Troll W.: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. (I. Band pp. 145-146, 1937). — 11. Troll W.: Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie. (I. Band pp. 176, 1954). — 12. Velenovský J.: Vergleichende Morphologie der Pflanzen (II. Band 315-316), Praha 1905.

Корни однодольных растений

Главный корень изучаемых нами зерновых культур (пшеницы и ржи) не отмирает вскоре после появления всходов. Это подтвердил в своей работе также В. Складал (1959 г.).

Корни были распределены в 4 четко определенных группы: главный, побочный, придаточный, латеральный. Отдельные корневые группы изучались у яровой пшеницы «Нива». Главный корень на своем основании увенчан кольцом колеоризы, вместе с побочными корнями имеет однослойную ризодерму; до момента уборки из этих корней часто сохраняется лишь центральный цилиндр.

Придаточные корни снабжены двуслойной ризодермой.

Разница между придаточными корнями из надземных узелков заключается лишь в том, что у первых клеточная пленка в центральном цилиндре толще.

Wurzeln einkeimblättriger Pflanzen

Die primäre Wurzel der von uns verfolgten Getreidearten (Weizen und Korn) stirbt nach dem Ausschlag nicht so bald ab. Dasselbe hat in seiner Arbeit auch V. Skládal (1959) bestätigt.

Wir haben die Wurzeln in 4 scharf abgegrenzte Gruppen eingeteilt: Primär-, Neben-, Adventiv- und Lateralwurzeln. Die einzelnen Wurzelgruppen verfolgten wir am Sommerweizen „Niva“. Die Primärwurzel weist auf der Basis einen Koleorhizenring auf, besitzt gemeinsam mit den Nebenwurzeln eine einschichtige Rhizodermis und von diesen Wurzeln erhält sich bis zur Ernte oft nur der Zentralzylinder.

Die Adventivwurzeln besitzen eine zweischichtige Rhizodermis.

Der Unterschied zwischen diesen Adventivwurzeln und denjenigen, die von den oberirdischen Knoten stammen, besteht nur darin, daß die ersteren in ihrem Zentralzylinder dickere Zellhäute haben.

Príspevok k otázke spásania lucerny siatej a jej miešaniek hlavne s reznáčkou laločnatou — *Dactylis glomerata* a ľadencom rožkatým — *Lotus corniculatus*

К вопросу скормливания люцерны посевной и ее смесей (главным образом с эжой сборной — *Dactylis glomerata* и лядвенцем рогатым — *Lotus corniculatus*)

Beitrag zur Frage des Abweidens der Blauen Luzerne und ihrer Gemenge (besonders gemischt mit Gemeinem Knäuelgras — *Dactylis glomerata* — und Gemeinem Hornklee — *Lotus corniculatus*).

ScC. inž. Ondrej TOMKA
 Výskumný ústav lúk a pasienkov, Poprad

Pri zavádzaní pasenia v nížinných oblastiach je nutné riešiť otázku využitia lucerny a jej miešaniek pastvou, pretože tieto krmoviny budú tvoriť najväčším podielom základňu pastevných plôch. U nás doteraz máme len veľmi malé skúsenosti z praxe a práve tak aj výskum nezaoberal sa touto problematikou do takej miery, aby mohla byť prax dostatočne usmerňovaná.

Nemáme ešte vyšľachtenú odrodu pastevného typu. Podľa udania Kosařa, Sladovníka, Šillera (1960) kríženec lucerny siatej a žltej z USA sa v našich podmienkach neosvedčil. Nebolo pozorované jej vegetatívne rozmnožovanie a z porastu rýchle ustúpila. Avšak aj v štátoch, kde sú vyšľachtené pastevné typy lucerny (SSSR, USA, Kanada), využívajú pre spásanie lucernu siatu.

Najväčšou mierou sa zaraďuje do miešaniek z tráv reznáčka laločnatá a stoklas bezbranný. Barker, Hanley, Ridgman (1957)) zistili, že pri využití miešanky lucerny s reznáčkou pastvou len trikrát do roka nekleslo podstatne zastúpenie lucerny v poraste. Schopnosť lucerny odolávať spásaniu sa v ich pokusoch nezlepšila aj keď sa začala spásaf v druhom užitkovom roku. Všetci autori (Kolosofova, 1950, Kosař — Sladovník — Šiller, 1960, Ščibrja, 1954) hovoria, že udržanie lucerny v poraste je podmienené intenzitou využívania; čím sa lucerna častejšie spása, tým rýchlejšie z porastu ustupuje. Znížením jej podielu klesá aj produkcia porastu.

V zahraničnej literatúre sa pojednáva len o využití lucerny v miešankách a nie v monokultúre. U nás Kosař — Sladovník — Šiller (1960) zaviedli pastvu nielen na miešankách, ale i na čistej lucerne. Uprednostňujú však miešanky pred čistou lucernou, pretože trávy upevňujú povrch pôdy a znižujú nebezpečie zdutia sa dobytká. Pre lepšie udržanie sa lucerny v poraste doporučujú po každom kosení a vypasení porasty brániť.

Aj pri pastevnom využití miešaniek musíme však prihliadať na celkovú produkciu. Otázka produkčnej schopnosti lucernotráv v porovnaní s čistou lucernou bola riešená už celou radou autorov: Schmied (1958), Carda (1961), Baxa (1961), Tjaglo (1957). Posledný názor na lucernotrávne miešanky pre nížinné oblasti je nasledovný: trávy majú zaberáť v poraste nižšie plošné percento ako lucerna. Zaraďovať sa majú len 5–15 % výsevného množstva, aby sa dosiahlo vyššej alebo aspoň takej úrody ako u čistej lucerny (Schmied, 1958). Výška produkcie miešaniek oproti lucerne je podmienená aj klimatickými pomermi, ako na to poukazuje Chamblee - Lovvooon (1953). Pre pastevné využitie sa zaraďujú trávy vyšším výsevkom. Aj Barker (1957) použil reznáčku 25 %. Ostatné druhy tráv, ktoré sú konkurečne slabšie, zaraďujú sa až do 50 % výsevku. Okrem lucerny používa sa aj ľadenec rožkatý. Yawalkar - Schmied (1954) však ľadenec spolu s lucernou nedoporučujú, pretože je v poraste potlačovaný.

Metodika a pracovný postup

Hlavným cieľom výskumných prác bolo zistiť produkčnú schopnosť miešaniek v porovnaní s čistou lucernou siatou pri využití kosením i pasením a vývoj jednotlivých druhov v miešankách pri rôznom spôsobe využitia.

Do miešaniek boli zaradené trávy a ďatelinoviny rovnakým podielom, a to 50 % tráv a 50 % ďatelinovín výsevného množstva. Zloženie miešaniek bolo nasledovné (tab. I):

I.

Podľa tráv - variant	Miešanky		
	podľa ďatelinovín - variant		
	A	B	C
1	lucerna siata 20 % ľadenec rožkatý 30 % reznáčka laločnatá 50 %	lucerna siata 15 % ľadenec rožkatý 20 % vičeneč vikolistý 15 % reznáčka laločnatá 50 %	lucerna siata 12,5 % ľadenec rožkatý 12,5 % vičeneč vikolistý 12,5 % ďatelina plazivá 12,5 % reznáčka laločnatá 50 %
2	lucerna siata 20 % ľadenec rožkatý 30 % reznáčka laločn. 25 % stoklas bezbran. 25 %	lucerna siata 15 % ľadenec rožkatý 20 % vičeneč vikolistý 15 % reznáčka laločn. 25 % stoklas bezbran. 25 %	lucerna siata 12,5 % ľadenec rožkatý 12,5 % vičeneč vikolistý 12,5 % ďatelina plazivá 12,5 % reznáčka laločn. 25 % stoklas bezbran. 25 %
3	lucerna siata 20 % ľadenec rožkatý 30 % reznáčka laločn. 33 % lipnica močiarna 7 % psinček biely 10 %	lucerna siata 15 % ľadenec rožkatý 20 % vičeneč vikolistý 15 % reznáčka laločn. 33 % lipnica močiarna 7 % psinček biely 10 %	lucerna siata 12,5 % ľadenec rožkatý 12,5 % vičeneč vikolistý 12,5 % ďatelina plazivá 12,5 % reznáčka laločn. 33 % lipnica močiarna 7 % psinček biely 10 %

U jednotlivých druhov pri 100 % užitočnosti osiva bola vzatá nasledovná norma na 1 ha: reznáčka laločnatá 22 kg/ha, stoklas bezbranný 32 kg/ha, lipnica močiarna 20 kg/ha, lucerna siata 23 kg/ha, ladenec rožkatý 18 kg/ha, vičenec viko-listý vylúštený 130 kg/ha, ďatelina plazivá 11 kg/ha. Použité bolo obchodné osivo. Vzhľadom na to, že miešanky sa mali využívať spásaním a pre istotu dobrého zapojenia porastu (predplodina nebola hnojená maštalným hnojom), bola daná rovnako u všetkých druhov 100 % príražka.

Pokusné pole bolo rozdelené na 2 bloky so zaradením tých istých miešaniek do jedného i druhého bloku. Jeden blok A bol usporiadaný metódou dlhých pásov (metódou párovou), kde ako štandard bola použitá čistá lucerna. Každá miešanka i čistá lucerna bola 3X opakovaná, parcelky boli vo veľkosti 3 X 3 m. Chodníčky medzi parcelkami sa osiali miešankou, resp. čistou lucernou, takže na porast nepôsobili okraje parciel. V bloku A sa porast využíval len kosbou. Dosiahnuté úrody boli korigované na štandard — čistú lucernu. Vyhodnotenie sa previedlo analýzou variácie podľa Hrubý — Konvička.

V bloku B, kde boli zaradené tie isté miešanky i lucerna, využívali sa jednotlivé časti parciel nasledovne: a) využitie len kosbou, b) v r. 1958 využitie len pastvou 3X do roka, c) využitie pastvou 3X do roka v r. 1958 a v r. 1959 po prvej kosbe 2X spásané, d) v r. 1959 do prvej kosby 2X spásané. So spásaním sa započalo cca 2 týždne pred počiatkom kvitnutia a kosením cca týždeň pred začiatkom kvitnutia lucerny.

Pokusná plocha bola riešená 2 blokmi tých istých miešaniek v toho dôvodu, že zaradenie čistej lucerny vo vysokom percente ako to bolo nutné pre dosiahnutie hodnoverných výsledkov celkovej úrody miešaniek (štandardnou metódou) považovalo sa za nebezpečné pre pastvu dobytku.

Výsev bol vykonaný 17. apríla 1957 bez krycej plodiny. Miešanky sa vysiali ručne naširoko (semená boli premiešané pilinami) a čistá lucerna do riadkov sejačkou. Pred výsevom boli dodané hnojivá v dávke N 40,00 (síran amonný), P₂O₅ 70,00 (superfosfát), K₂O 80,00 (40% dras. sol) kg/ha. Po prvej kosbe boli miešanky prihnojované 30 kg N v liadku vápenatom a čistá lucerna 15 kg N rovnako v liadku vápenatom. V ďalších rokoch (včítané jesene roku založenia porastu) hnojili sa miešanky nasledovne:

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
na jar	20,00	10,00	40,00
po I. kosbe	10,00	10,00	—
po II. kosbe	10,00	10,00	—
v jeseň	—	30,00	40,00
spolu	40,00	60,00	80,00 kg/ha,

a to: N — na jar v sírane amonnom,
po I. a II. kosbe v liadku vápenatom,

P₂O₅ — v jeseň v Thom. múčke,
na jar a po I. a II. kosbe v superfosfatu,

K₂O — v 40% dras. soli.

Čistá lucerna sa hnojila fosforom a draslom rovnako ako miešanky, ale dusík bol dodaný len na jar v dávke 10,00 kg/ha.

Porasty sa bránili na jar každého roku. Úrody sa zisťovali v zelenej hmote. Kosba bola vykonaná vždy v čase od 9 do 16 hod., keď bod porast oschnutý. Roz-

diel v úrodách sa zistil na bloku B (kde sa porasty využívali aj spásaním) len u varianty, kde boli miešanky spásané v r. 1958. Pri ostatných spôsoboch využitia pastvou sa úroda nezistovala, pretože veľkosť parceliek nezaručovala dosiahnutie hodnoverných výsledkov v úrodách. U týchto variant sa vykonalo len botanické hodnotenie. Botanické zmeny v plošnom zastúpení druhov sa sledovali pred každou kosbou a v nasledujúcich rokoch po postve zistením projektívnej dominancie jednotlivých druhov.

Pôdne a klimatické pomery

Pokus bol založený v Trnave. Pozemok je rovinný, na spraši. Spodná voda je mimo dosahu koreňov rastlín — v hĺbke najmenej 10 m. Pôda je ťažká. Na pozemku bola zistená zásoba živín: P_2O_5 4,14mg/100 g (Ěgner), K_2O 16,06 mg na 100 g (Schachtschabl). Nadmorská výška 144 m.

Meteorologická data sú uvedené na diagrame 1.

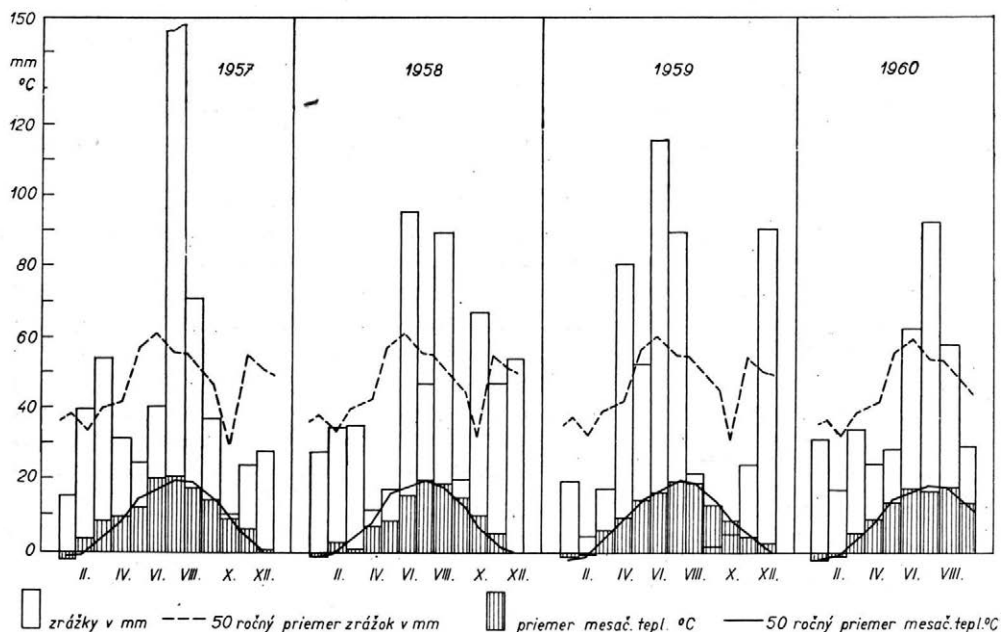


Diagram 1. Meteorologické data z obdobia trvania pokusov a 50ročné priemery

Výsledky a diskusia

Menlivosť porastov nespásaných

Plošné percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov v poraste je znázornené na diagrame 2.

Lucerna zaoberá vo všetkých variantoch podstatne väčšie plošné percento ako sa predpokladalo podľa výsevu. U výsevu lucerny 20 %, keď prihliadneme, že sme použili 100% zvýšenie výsevu, sa predpokladalo najviac 40 % plošných a pri najnižšom výsevu 12,5 % najviac 20 % plošných lucerny v poraste.

Pomerne vysoké percentuálne zastúpenie lucerny v poraste všetkých mieša-

niek s reznáčkou laločnatou možno vysvetliť priaznivými podmienkami pre vývoj lucerny v období po výseve. Pri pomerne vysokých a stálych teplotách po výseve (výsev v polovici apríla) rozšírila sa relatívne viac lucerna, i keď bola zaradená podstatne nižším percentom výsevu. K takým istým záverom došiel na svojich pokusoch aj P a g á ě (1957).

Reznáčka laločnatá, i keď bola zaradená do miešaniek podstatne vyšším percentom ako lucerna, uplatňuje sa v poraste v miešankách A 1, A 2, A 3 (pri zaradení lucerny 20 % výsevného množstva) nižším plošným percentom ako lucerna. Reznáčka sa rozšírila podstatnejšie až v štvrtom roku po výseve. Znižovaním výsevu lucerny (miešanky A 2, B 2, C 2, A 3, B 3, C 3) znižuje sa však aj jej plošné percentuálne zastúpenie v poraste a zvyšuje sa zastúpenie reznáčky laločnatej.

Stoklas bezbranný pri zaradení rovnakým výsevkom ako reznáčka laločnatá tvorí v poraste v porovnaní s reznáčkou len nízky podiel, cca 10 % plošných. Stoklas bezbranný nadobudol slabé rozšírenie pravdepodobne preto, že bol potlačovaný lucernou i reznáčkou. Lipnica močiarna, ktorá bola v miešanke použitá len 7 % výsevu, rozšírila sa v štvrtom roku po výseve viac ako stoklas. Ukázala sa ako druh odolný aj proti konkurencie silným trávam ako je reznáčka laločnatá a zvlášť v lucerne sa vyvíja veľmi dobre. Toto potvrdzuje B r a d a - D e m e l a (1931). Psinčok biely se v poraste neuplatnil.

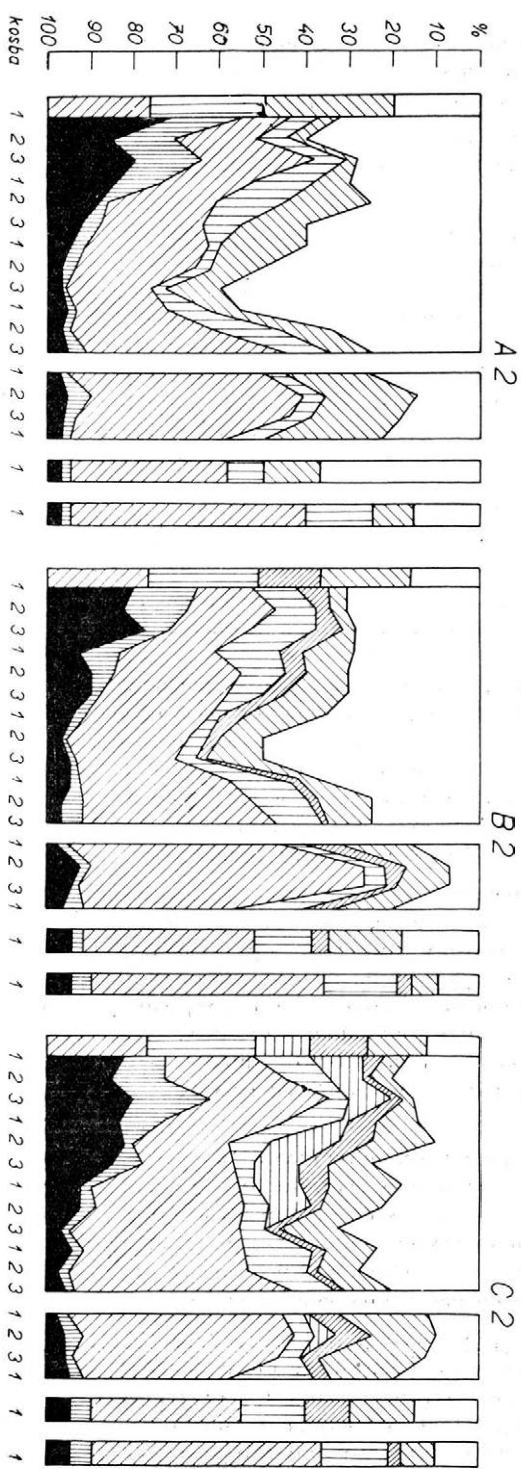
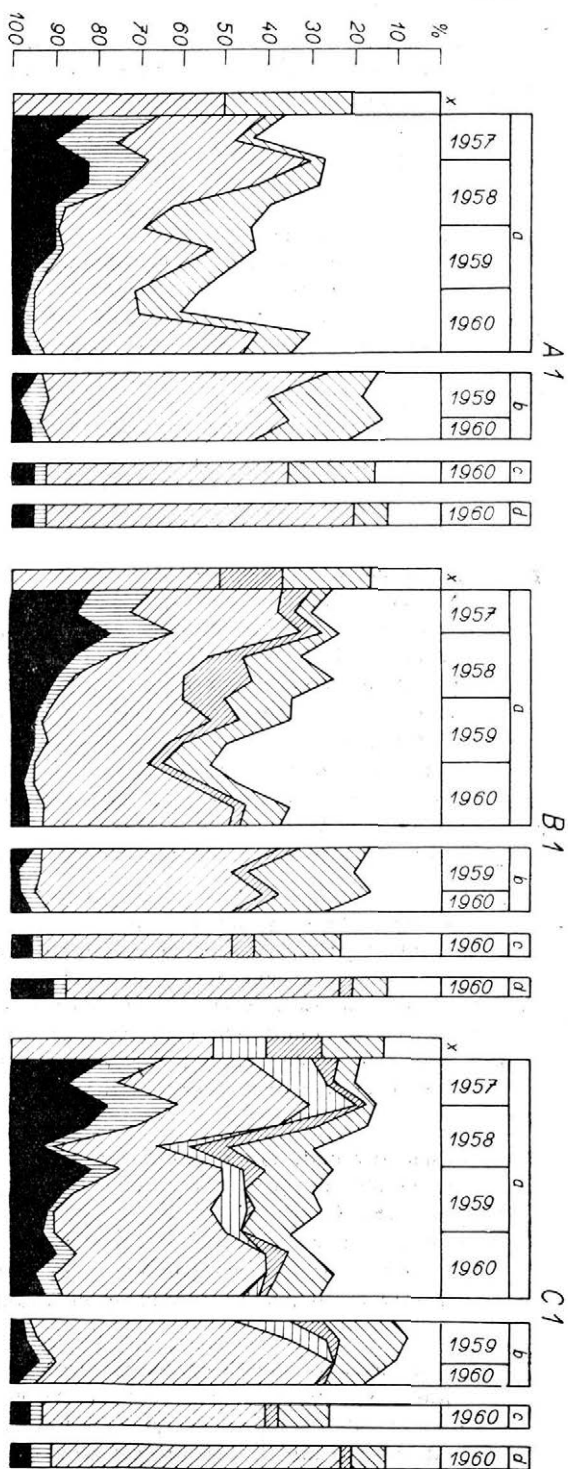
Ladenec rožkatý sa použil vyšším percentom výsevu ako lucerna, uplatňuje sa však v miešankách omnoho slabšie. Jeho výskyt je zvlášť nízky v roku výsevu. V roku 1958 a v r. 1959 dosahuje približne 15–20 % plošných a v r. 1960 opäť z porastu ustupuje. Ladenec rožkatý je v poraste potlačovaný predovšetkým lucernou siatou, a to aj pri pastevnom využití ako to zistili taktiež Y a w a l k a r - S c h m i e d (1954). Ďatelina plazivá sa vyskytuje sporadicky so značne rozdielnym zastúpením v poraste. Tým, že sa zúčastňovala v poraste len sporadicky, vplývala nepriaznivo na produkciu, pretože zanechávala za sebou prázdne miesta. Aj v svetovej literatúre, pri využití porastu bez závlahy, sa v suchých oblastiach nedoporučuje používať. Vičenec vikolistý nenadobudol ani v jednej kosbe vyššieho zastúpenia, pravdepodobne v dôsledku nepriaznivých pôdných pomerov (ťažká pôda).

Menlivosť porastov spásaných

Pri pastevnom využití lucerna zo všetkých miešaniek ustúpila. Relatívne najmenej poklesla v miešankách A 3, B 3, C 3, kde bol najnižší výsevok reznáčky. Toto zistili taktiež B a r k e r - H a n l e y (1957). Aj ostatní autori, napr. K o l o s o v o v a (1950) poukazujú, že intenzitou pastvy znižuje sa zastúpenie lucerny v poraste. V poraste sa rozšírila len reznáčka laločnatá, a to tým viac, čím bola intenzívnejšia pastva. U varianty, kde sa páslo v r. 1958 i 1959, bola lucerna zastúpená relatívne najnižším percentom a najviac reznáčka laločnatá. Stoklas bezbranný v miešanke s reznáčkou laločnatou aj pri pastevnom využití sa nerozšíril. Taktiež ladenec rožkatý len nepatrne zvýšil svoje zastúpenie u varianty, kde sa páslo v r. 1958.

Nasledovná tabuľka II poukazuje na zastúpenie trsov lucerny v poraste miešaniek a čistej kultúry pri využití kosbou i pastvou.

Z tabuľky II vidieť, že počet trsov sa znižuje percentom výsevu lucerny v miešankách. V miešankách A, kde bola lucerna zaradená 20 % výsevu, bolo trsov najviac, a najmenej v miešankách C, kde bolo percento výsevu najnižšie.



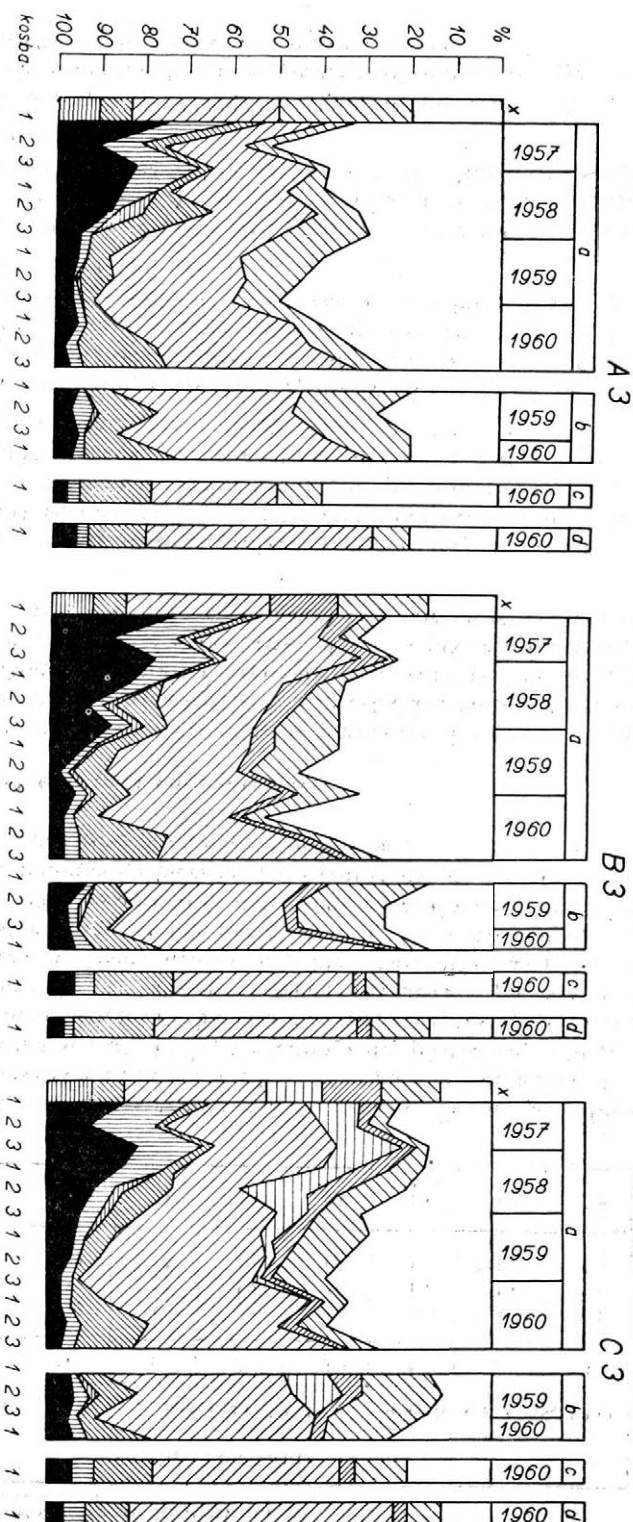


Diagram 2. Plošné percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov v porastie A, B, C — 1, 2, 3 označenie miešaniak

a) využitie len kosbou

b) v r. 1958 využitie len pastvou 3X do roka

c) využitie pastvou 3X do roka v r. 1958 a v r. 1959 po 1. kosbe 2X spásané

x % výsevného množstva druhov

II. Počet trsov lucerny na m²

Miešanka	Spôsob využitia								
	skášané			spásané r. 1959			spásané v r. 1958, 1959		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A	34	31	34	33	25	26	16	18	23
B	28	27	33	22	19	25	15	15	18
C	28	24	29	18	15	18	13	10	16
Priemer	30	27	32	24	20	23	15	14	19

Intenzitou pastvy znižuje sa aj zastúpenie trsov v poraste. Pokiaľ po jedno-ročnej pastve bol pokles v miešankách cca len o 20–30 %, po dvojročnom využití porastu pastvou znížil sa počet trsov o 100 %. Po jednoročnej pastve najväčší pokles bol u miešaniek C, kde bola reznáčka laločnatá zastúpená najvyšším plošným percentom. Z toho sa dá usúdiť, že pri vyššom zastúpení reznáčky v poraste znižovala sa vitalita trsov lucerny. U čistej lucerny je pokles trsov nižší, ako v miešankách. Po jednoročnej pastve znížil sa ich počet cca o 10 % a dvojročnej cca o 20 %. Z toho vidieť, že nielen ušľapávanie dobytkom vplývalo nepriaznivo na lucernu, ale aj trávy zhoršujú podmienky lucerne. Táto skutočnosť sa doteraz v literatúre na podklade exaktných pokusov dostatočne neosvetlila.

Produkcia porastov nespásaných

V r. 1957–1958 čistá lucerna vysoko preukazne prevyšuje miešanky úrodou (tab. III). U lucerny v r. 1958 sa dosiahla úroda 383,18 q/ha a u miešaniek A – 328,32 q/ha. Miešanky A (kde bola lucerna zaradená najvyšším percentom výsevku) vysoko preukazne prevyšujú úrodou miešanky B a C a taktiež B variant vysoko preukazne prevyšuje variant C, čiže znižovaním výsevku lucerny klesá aj úroda miešaniek.

Účinok reznáčky sa najviac nepriaznivo prejavil v miešankách spolu so stoklasom – variant 2. Tu sa dosiahla úroda 266,67 q/ha, miešanky s reznáčkou a lipnicou úrodnou (variant 3) v priemere vysoko preukazne prevyšuje úrodou variant 1 i 2. Nepriaznivý účinok reznáčky sa však najviac prejavil u miešanky C 1, kde bola lucerna zaradená najvyšším percentom výsevku.

V r. 1959 u variant A dosahuje sa tak vysokej úrody ako u čistej lucerny. U variant B a C je úroda vysoko preukazne nižšia od čistej lucerny i od variant A. Vysoké percento výsevku reznáčky sa aj v tomto roku pri nízkom percentu výsevku lucerny prejavilo na úrodu najviac nepriaznivo. U miešanky C 4 bola úroda podstatne nižšia, ako u miešaniek C 2 a C 3.

V r. 1960 lucerna podstatne prevyšuje úrodu miešanky. Aj v tomto roku sa však najvyšších úrod dosiahlo u var. A – 268,87 q/ha a u čistej lucerny 356,93 q/ha. Trávna zložka mala taktiež vplyv na výšku úrody. Najvyššia úroda bola u var. 3 oproti var. 1 a 2.

Reznáčku spolu so stoklasom nie je vhodné zaraďovať, pretože sa nepriaznivý vplyv na lucernu viac zvyšuje, i keď sa stoklas uplatňuje v plošnom zastúpení len menšou mierou. Na výšku úrod priaznivo vplýva lipnica močiarna.

III. Úroda ďatelinovinotravných miešaniek a čistej lucerny v q/ha zelenej hmoty

Rok	Miešanky						Lucerna siata	Pre trávy		Pre ďatelinoviny	
	podľa ďate- linovin – variant	podľa tráv – variant			priemer	% k lucerne		preuk. rozdiel	vysoko preuk. rozdiel	preuk. rozdiel	vysoko preuk. rozdiel
		1	2	3							
1957	A	152,99	134,96	160,40	149,45	84,66	176,53	7,78	10,26	6,63	8,74
	B	165,24	140,64	150,00	151,95	86,08					
	C	164,48	137,42	169,52	157,14	89,01					
	Priemer	160,90	137,67	159,97		100,00					
1958	A	354,29	284,30	346,38	378,32	98,73	383,18	22,33	29,44	19,05	25,11
	B	301,92	292,65	289,84	296,80	77,45					
	C	223,82	223,06	344,46	263,78	68,82					
	Priemer	293,34	266,67	326,89		100,00					
1959	A	510,63	489,49	512,31	504,14	98,89	509,79	15,04	19,73	12,78	16,83
	B	472,91	468,35	450,52	463,93	91,00					
	C	372,20	445,51	462,93	426,88	83,73					
	Priemer	451,92	467,78	475,25		100,00					
1960	A	296,81	251,58	258,21	268,87	75,32	356,93	11,44	15,08	9,76	12,87
	B	235,19	213,56	250,74	233,16	65,32					
	C	215,36	267,87	279,88	254,37	71,26					
	Priemer	249,12	244,34	262,94		100,00					
Ø na 1 rok	A	328,68	290,08	319,32	312,69	87,68	356,60	7,55	9,77	6,43	8,50
	B	293,81	278,80	285,27	285,96	80,19					
	C	243,96	268,46	314,19	275,54	77,26					
	Priemer	288,82	279,11	306,26		100,00					

V priemere za všetky roky (včítane roku výsevu) dosiahla sa u čistej lucernej vysoko preukazne vyššia úroda, oproti miešankám. U var. A bola úroda v priemere 312,69 q/ha a u lucernej 356,60 q/ha, čo je nižšia úroda miešaniek o 12,3 %. Variant A vysoko preukazne prevyšuje varianty B a C a variant B variant C.

V jednotlivých rokoch bola výška úrody podmienená zrážkami. V roku 1959 boli zrážky za hlavné obdobie rastu (IV.—VIII. mesiac 374,6) vysoké a rovnomerne rozdelené počas celého obdobia rastu. V dôsledku tohoto varianty A pri najvyššom zastúpení lucernej v poraste dosiahla sa úroda tak vysoká ako u čistej lucernej. V rokoch s nižšími zrážkami (1958 a 1960) lucerna podstatne prevyšuje úrodu miešanky a tým viac, čím bolo v poraste miešaniek menej lucernej. U variantu C dosiahli sa preto úrody najnižšie. Ukázalo sa, že v nížinných oblastiach len v rokoch bohatých na zrážky a pri zastúpení lucernej najmenej 50 % v poraste vyrovnávajú sa miešanky úrodou čistej lucerne. Optimalný počet rastlín lucernej v miešanke je závislý (v pôdach bez závlahy) od klimatických pomerov.

Keďže sú trávy menej produkčné ako lucerna, ich priaznivý vplyv na výšku úrody sa prejavuje prakticky len vtedy, keď v poraste vyplňujú miesta, ktoré lucerne pri čistom výseve nezaberá, čiže porast zahusťujú. Zvýšenie hustoty porastu bez poklesu produkcie môže byť v nížinných oblastiach kukuričnom, repnom a v suchšom výrobnom type zemiakárskom len pri nízkom plošnom zastúpení tráv v poraste. U čistej lucernej čím je pôda na vlahu viac chudobná, tým je potrebný väčší počet jedincov, trsov lucernej, pretože trsy lucernej vytvárajú slabší habitus a tým zaberajú aj menšiu plochu. Zvyšovanie plošného zastúpenia tráv pri nízkej zásobe vlahy pôsobí na úrodu depresívne, pretože trávy zvlášť v suchých podmienkach podstatne klesajú produkciou za lucernou. Pri väčšom rozšírení v poraste tým, že zaberajú plochu, kde by mohla byť lucerna (trsy lucernej), znižujú celkovú produkciu.

Za priaznivých vlhových pomerov a dostatku živín v pôde aj menší počet trsov lucernej môže dosiahnuť pokryvnosti pôdy tak vysokej, ako pri nedostatku vlahy väčší počet trsov. Trávy za priaznivých vlhových pomerov pridávajú porastu na hustote a tým môžu priaznivo vplývať na výšku úrody miešanky.

I keď podľa „matematického prepočtu“ by sme došli k názoru, že lucerno-trávy poskytnú nižšiu úrodu ako čistá lucerna, predsa v rokoch vlhkých trávy pri nižšom percente vplývajú kladne na výšku úrody, čo potvrdzujú naše výsledky i výsledky citovaných autorov. Pri závlahe sa vo všeobecnosti dosahuje vyšších úrod u lucernotráv ako u čistej lucernej. Potvrdzujú to napr. Dančík (1961) a Kovács (1959), Chamblee-Lovvooon (1953); taktiež zistili, že optimálny počet rastlín lucernej je podmienený pôdnymi a klimatickými pomermi. Za priaznivých vlhových podmienok poklesom počtu rastlín lucernej nemusí poklesnúť úroda porastu. Regálove (1957) teoretické zdôvodnenie, že u lucernotráv sa dosiahne nižšej úrody ako u čistej lucernej, pretože sú trávy menej produkčné, nemá všeobecnú platnosť.

Možno preto aj smernice Schmieda, keď zaraďuje pre nížinné oblasti len veľmi nízke percento tráv (5—15 % výsevu) do miešaniek, pre poľné osevné postupy považovať za opodstatnené, pretože v rokoch na zrážky rovnajúcich sa dlhoročnému priemeru zrážok pri nižšom zastúpení lucernej ako 70 % v poraste úroda silne poklesla oproti čistej lucerne. Z hľadiska istoty úrod je účelné pestovať v suchých oblastiach čistú lucernu, na pôdach pre lucernu vhodných bez závlahovania.

Produkcia porastov spásaných

Úroda po spásaní sa zisťovala v roku 1959 a v roku 1961 len v I. kosbe. Rozdiely v úrodách pri využití kosbou a pri využití pastvou sú v tabuľke IV.

IV. Zníženie úrody q/ha zel. hmoty pri spásaní porastu v roku 1958

Rok	Miešanky					Lucerna siata
	podľa date- linovín — variant	podľa tráv — variant			priemer	
		1	2	3		
1959	A	74,74	89,86	70,81	78,47	45,84
	B	47,37	57,30	87,44	64,07	
	C	59,87	40,90	72,01	57,59	
	Priemer	60,66	62,69	76,75		
I. kos- ba 1960	A	13,48	58,73	21,43	31,21	46,13
	B	15,08	38,09	30,15	27,77	
	C	9,52	7,13	19,05	11,90	
	Priemer	12,69	34,65	23,54		

Pri pastevnom využití poklesla úroda u miešaniek väčšou mierou ako u čistej lucerny. U lucerny sa úroda v r. 1959 znížila o 45,84 q/ha, čo nepredstavuje ani 10 % zníženia v porovnaní s využitím len kosbou. U miešaniek bol pokles v priemere 60,66—76,75 q/ha, čo je pokles viac ako 15 %. V roku 1960 poklesla úroda u čistej lucerny o 46,13 q/ha čiže toľko ako v roku 1959 za celý rok. Čím bolo v miešankách viac lucerny, tým bolo zníženie úrody väčšie. Silné zníženie úrody v I. kosbe v r. 1960 bolo spôsobené pomerne suchým obdobím, kedy produkčná schopnosť lucerny pri pastevnom využití je podstatne nižšia ako pri využití kosbou, pretože celková vitalita lucerny sa pastvou znižuje (K o l o s o v o v a, 1950, L a r i n, 1955).

S ú h r n

V pokusoch založených v Trnave (priemerné ročné zrážky 566 a priemerná ročná teplota 9,52) v roku 1957 sme za štvorročné obdobie zisťovali produkciu čistej lucerny — *Medicago sativa* i jej miešaniek, kde z tráv bol ako hlavný komponent reznáčka laločnatá — *Dactylis glomerata*, pri využití kosbou i pastvou. Lucerna siata bola zaradená najviac 20 % a reznáčka 50 % výsevného množstva. U všetkých komponentov zaradených do miešaniek bolo použité 100% zvýšenie výsevku. Dosiahli sa nasledovné výsledky:

Reznáčka laločnatá, i keď bola zaradená vyšším percentom výsevku ako lucerna siata, lucernu v poraste nepotlačila. V miešankách, kde bola zaradená lucerna najvyšším výsevom, zaberala v poraste vyššie plošné percento ako reznáčka

laločnatá. Stoklas bezbranný — *Bromus inermis*, keď bol zaradený spolu s reznáčkou laločnatou, rozšíril sa v poraste len veľmi malou mierou. Vhodnejší komponent spolu s reznáčkou bola lipnica močiarna — *Poa palustris*, ktorá sa v poraste v treťom a štvrtom roku rozšírila, priaznivo ovplyvňovala výšku úrody.

Ladenec rožkatý — *Lotus corniculatus*, ktorý bol zaradený do miešaniek vyšším percentom ako lucerna, uplatňuje sa len veľmi malou mierou, cca len 10–15 % plošných, a to ako pri využití porastu kosbou i pastvou.

Výška úrod bola podmienená percentuálnym zastúpením lucerny v poraste; čím bolo jej zastúpenie vyššie, tým boli aj vyššie úrody. V priemere za 4 roky poskytla čistá lucerna cca o 10 % vyššiu úrodu ako miešanky aj pri najvyššom zastúpení lucerny v poraste.

Na výšku úrody miešaniek v porovnaní s lucernou v jednotlivých rokoch najviac vplývalo množstvo zrážok. V roku pomerne s vysokými zrážkami dosiahlo sa u miešaniek, kde bola lucerna spolu s ladencom v priebehu rokov zastúpená v poraste na 60–75 % plošných, tak vysokej úrody, ako u čistej lucerny. Pri priemerných, alebo nízkych zrážkách úrody miešaniek boli podstatne nižšie ako u čistej lucerny. Možno to vysvetliť nasledovne: Za priaznivých vlhových pomerov sú trsy lucerny mohutné, takže aj pri nižšom počte vytvoria dostatok hmoty na jednotku plochy a trávy (pri nízkom zastúpení 5–40 %) porast zahusťujú. Pri nedostatku vlhavy klesajúcim počtom trsov lucerny klesá z jednotky plochy aj jej produkcia. Trávy zaberajú priestor, kde by mohli byť trsy lucerny, a pretože sú trávy menej produkčné, vplývajú na úrodu za nepriaznivých vlhových podmienok depresívne. Z hľadiska dosahovania stálych vysokých úrod sa javí pre suché oblasti bez závlahy istejšie pestovanie čistej lucerny.

Pastevným využitím dochádza k vypadávaní trsov lucerny z porastu, a to tým viac, čím je pastva intenzívnejšia. Pastva vplýva na lucernu nepriaznivejšie v miešankách s trávami ako u čistej lucerny. Po jednoročnom využití pastvou pokleslo zastúpenie trsov v miešankách cca o 20 % a po dvojročnej pastve až o 40–50 %, u čistej lucerny bol pokles po jednoročnom využití o 10 % a po dvojročnom o 20 %. Po ústupe lucerny rozširovala sa v poraste najviac reznáčka laločnatá.

Znižovanie počtu trsov a celkovým poklesom vitality lucerny znižuje sa zastúpenie lucerny v poraste, čím sa znižuje aj produkcia ako miešaniek, tak aj čistej lucerny. Pokles produkcie je väčší v rokoch s nízkymi zrážkami ako v rokoch s vysokými zrážkami. V rokoch bohatých na zrážky poklesla produkcia pri využití porastu pastvou 3 X do roka cca o 10 %.

Doporučenie pre prax

V praxi pri správnom využití lucerny a jej miešaniek je pastva dobytká úplne opodstatnená. Lucerna i jej miešanky sa majú využívať v dlhších intervaloch, len 2–3krát do roka. Pri takomto systéme pasenia znižuje sa úroda behom jednoročného využitia len 5–15 % v porovnaní s využitím kosbou. Do miešaniek treba lucernu zaradiť 60–70 % a reznáčku laločnatú spolu s lipnicou močiarnou 30 až 40 % výsevného množstva, aby sa nedosiahla podstatne nižšia úroda ako u čistej lucerny. Pri výseve lucerny alebo miešaniek bez krycej plodiny možno porasty spásť až v naslednom roku po prvej kosbe. Pri sejbe do krycej plodiny je najúčelnejšie porasty začať spásť až v druhom užitkovom roku. Praktizovať sa má striedavá využitie kosením a pasením. Pri celoročnom využití pasením sa porast

velmi zoslabuje. Spásanie sa má započat najskoršie po 4 týždňoch po predchádzajúcom kosení alebo pasení a spása sa až do začiatku kvitnutia. Ošipánymi sa spása len mladší porast. Spásanie sa prevádza pásovým spôsobom. Po spasení je potrebné porast pobrániť, čím sa nepriaznivý vplyv na lucernu znižuje. V neskoršej jeseni sa už lucernové porasty spásať nemajú.

Došlo dňa 26. 9. 1961.

Literatura

1. Barker M. G., Hanley F., Ridgman: Studies on lucerne - grass leys. IV. The Effect of Systems of Grazing Management on the Persistence of Lucerne Cocksfoot Ley. 1957, Journal of Agric. Sc., Vol. 48, P. 3, s. 361-365. — 2. Baxa F.: Vyšetrenie normy výsevu krycej plodiny a spôsobov výsevu lucerny a lucernotrávnej miešanky. Záv. zpráva VÚRV Piešťany, 1961 - nepublikované. — 3. Brada L., Demela J.: Příspěvek k ocenění významu 13 druhů trav. Sborník VÚZ, zv. 68, 1931, Praha. — 4. Carda J.: Nejvhodnější složení jetelino travních směsí pro bramborářské oblasti. 1961, Sborník ČSAZV, Rostlinná výroba, č. 1, str. 81-94. — 5. Chamblee D. S., Lovvorn E. L.: The Effect of Rate and Method of Seeding on the Yield and Botanical Composition of Alfalfa-Orchardgrass and Alfalfa-Tall Fescue 1953, Agronomy Journal, Vol. 45, May 1953, No. 5, s. 192-196. — 6. Kolosovova A. V.: Ispol'zovanie mnogoletnich trav v kormovykh lugopastbišnykh sevooborotach. 1950, Moskva. — 7. Kosař, Sladovnick, Šiller: Pastva na pícních porostech orné půdy. ČSAZV, 1960, Praha. — 8. Larin I. V.: Pastbiščeoborot. sistema ispol'zovaniya pastbišč i uchoda za nimi, Selchozgis, 1955, Moskva. — 9. Pagáč P.: Vývin trav v čistých kultúrach a miešankách. 1957, SAV Bratislava. — 10. Schmied M.: Soustava základních agrotechnických opatření v rostlinné výrobě. Kol. autorov, 1958, ČSAZV Praha. — 11. Ščibrja A. A.: Víceleté pícniny v lukařskopastvinářských osevních postupech. 1954, Praha. — 12. Tjaglo G.: Zúrodnování půdy jetelotrávními směskami po stránce půdoznalecké. 1957, Za soc. zemědělství, č. 20, str. 1224. — 13. Dančík J.: Rôzne účinky závlah na ďatelinoviny a ich miešanky s trávami, pestované v rokoch 1955—1958 na ťažkých pôdach južného Slovenska. 1961, Sborník ČSAZV - Rostlinná výroba, č. 1, s. 115-138. — 14. Kovács G.: A Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztályának Közleményei, sv. XV, č. 1-3. A pilangos takarmánynövények öntözése. — 15. Regál V.: K otázce vojtěško-travních směsí. 1957, Za socialistické zemědělství, str. 265-268. — 16. Yawalkar K. S., Schmied A. R.: Performance of Birdsfoot trefoil alone and in Competition with other Species in Pastures. 1954, Agronomy Journal, Vol. 46, No. 9, s. 407-411.

К вопросу скармливания люцерны посевной и ее смесей (главным образом с ежой сборной — *Dactylis glomerata* и лядвенцем рогатым — *Lotus corniculatus*)

В опытах, заложенных в Трнаве (566 мм среднегодовые осадки и 9,52°С среднегодовая температура) в 1957 году, мы устанавливали за четырехлетний период продукцию люцерны — *Medicago sativa* и ее смесей, в которых в качестве главного компонента из злаковых была ежа сборная — *Dactylis glomerata*, при ее использовании путем

скашивания и пастбы. Люцерна посевная была включена в количестве не более 20 %, а ежа сборная — 50 % — высеянного количества. У всех компонентов, включенных в смеси, производилось 100 % повышение нормы высева.

Ежа сборная, хотя и была включена в смесь в большем количестве, чем люцерна посевная, люцерну в травостое не подавляла. В смесях, в которых люцерна была включена с наибольшей нормой высева, люцерна занимала больший процент площади, чем ежа сборная. Костер безостый — *Bromus inermis*, включенный в смесь вместе с ежой сборной, распространился в травостое лишь в незначительной мере. Более подходящим компонентом наряду с ежой был мятлик болотный — *Poa palustris*, разросшийся в травостое в третьем и четвертом году и благоприятно влияющий на величину урожая.

Лядвенец рогатый — *Lotus corniculatus*, включенный в смеси в большем процентном количестве, чем люцерна, находит меньшее применение, приблизительно на 10—15 % площади, а именно при использовании травостоя путем скашивания и пастбы.

Высота урожая смесей зависела от процентной доли люцерны в травостое, чем больше был ее удельный вес, тем выше были урожай. В среднем за 4 года чистая люцерна дала приблизительно на 10 % выше урожай по сравнению со смесью даже и при наибольшем удельном весе люцерны в травостое.

На высоту урожая смесей по сравнению с люцерной в отдельные годы больше всего влияло количество осадков. В год со сравнительно высокими осадками у смесей, в которых люцерна вместе с лядвенцем рогатым в течение лет занимала в травостое 60—75 % площади, были получены такие же урожай, как и у чистой люцерны. При средних или низких осадках урожай смесей были существенно ниже, чем у чистой люцерны. Это можно объяснить следующим образом: при благоприятных условиях влажности кусты люцерны мощные, так что и при более низком их числе они создадут достаток массы на единицу площади, и злаковые (при низком удельном весе 5—40 %) травостой загущают. При недостатке влаги вместе с понижающимся числом кустов люцерны на единицу площади понижается и ее продукция. Злаковые компоненты занимают пространство, где бы могли быть кусты люцерны, а так как злаковые менее продуктивны, при неблагоприятных условиях влажности они влияют на урожайность депрессивно. С точки зрения достижения постоянных высоких урожаев для сухих областей без орошения выращивание чистой люцерны более выгодно.

В результате использования травостоя путем пастбы происходит выпадение кустов люцерны из травостоя и тем большее, чем интенсивнее пастба. Пастба влияет на люцерну в смесях со злаковыми компонентами более неблагоприятно, чем в чистой люцерне. После одногодного использования путем пастбы понизилось число кустов в смесях приблизительно на 20 %, а после двухлетней пастбы — даже на 40—50 %, у чистой люцерны понижение после одногодного использования было на 10 %, а после двухлетнего использования — на 20 %. После снижения количества люцерны в травостое увеличивается больше всего ежа сборная.

Уменьшение числа кустов и общее снижение жизнестойкости люцерны снижает удельный вес люцерны в травостое, что снижает и продукцию как смесей, так и чистой люцерны. Уменьшение продукции больше с годы с низкими осадками, чем в годы с высокими осадками. В годы, богатые осадками, снизилась продукция при использовании травостоя путем трехкратной пастбы в течение года приблизительно на 10 %.

Beitrag zur Frage des Abweidens der Blauen Luzerne und ihrer Gemenge (besonders gemischt mit Gemeinem Knäuelgras — *Dactylis glomerata* — und Gemeinem Hornklee — *Lotus corniculatus*).

Durch Versuche, die in Trnava (durchschnittliche Jahresniederschläge 566 und durchschnittliche Jahrestemperatur 9,52) im Jahre 1957 begonnen und vier Jahre gedauert haben, verfolgten wir die Produktion der reinen Luzerne — *Medicago sativa* — und ihrer Gemenge, wobei Gemeines Knäuelgras — *Dactylis glomerata* — die Hauptkomponente bildete, bei Nutzung durch Mahd und Weide. Der Anteil der Blauen Luzerne betrug höchstens 20 % und des Gemeinen Knäuelgrases 50 % der Saatmenge. Bei sämtlichen in die Gemenge aufgenommenen Komponenten wurde die Saatmenge um 100 % erhöht.

Das Gemeine Knäuelgras war nicht imstande die Luzerne zu unterdrücken, obwohl sein Prozentsatz im Bestande höher war als bei der Blauen Luzerne. In Gemengen, wo die Luzerne den höchsten Aussaatanteil hatte, nahm sie im Bestand einen höheren Flächenprozentsatz ein als das Gemeine Knäuelgras. Wenn Unbegrannte Tresse — *Bromus inermis* — gemeinsam mit dem Gemeinem Knäuelgras ins Gemenge aufgenommen wurde, verarbeitete sie sich im Bestand nur sehr wenig. Eine geeignetere Komponente mit dem Gemeinen Knäuelgras bildete das Sumpfrispengras — *Poa palustris* —, das sich während des dritten und vierten Jahres im Bestand verbreitete und den Ernteertrag günstig beeinflusste.

Der Gemeine Hornklee — *Lotus corniculatus* —, dessen Prozentsatz in den Gemengen höher war als bei der Luzerne, bewährt sich nur in einem sehr kleinen Umfang (nur etwa 10—15 Flächen-%) und zwar sowohl bei der Nutzung durch Mahd als auch durch Weide.

Die Ertragshöhe der Gemenge hing von der prozentuellen Vertretung der Luzerne im Bestande ab: je größer diese Vertretung war, desto höher war auch der Ertrag. Die reine Luzerne brachte im vierjährigen Durchschnitt einen um etwa 10 % höheren Ertrag als die Gemenge selbst dann, wenn diese die höchste Vertretung der Luzerne im Bestand aufwiesen.

Im Vergleich mit der Luzerne wurde die Ertragshöhe der Gemenge in den einzelnen Jahren am stärksten durch die Niederschlagsmenge beeinflusst. In einem Jahre mit verhältnismäßig hohen Niederschlägen erzielten Gemenge, in denen die Luzerne gemeinsam mit dem Gemeinen Hornklee im Laufe der Jahre mit 60—75 Flächen-% vertreten war, Erträge von derselben Höhe wie bei der reinen Luzerne. Beim durchschnittlichen oder niedrigen Niederschlägen waren die Erträge der Gemenge wesentlich niedriger als bei der reinen Luzerne. Dies kann auf folgende Weise erklärt werden: Bei günstigen Niederschlagsverhältnissen sind die Luzernestauden mächtig, so daß sie auch bei einer niedrigeren Zahl genügend Masse pro Flächeneinheit bilden und den Grasbestand (bei niedriger Vertretung von 5 - 40%) verdichten. Bei unzureichenden Niederschlägen sinkt mit der abnehmenden Staudenzahl der Luzerne je Flächeneinheit auch ihre Produktion. Die Gräser nehmen die Fläche ein, wo sonst die Luzernestauden wachsen könnten und weil die Gräser weniger produktiv sind, beeinflussen sie bei ungünstigen Niederschlagsbedingungen den Ernteertrag im negativen Sinne. Vom Standpunkt ständiger Hohernten erscheint der Anbau reiner Luzerne für trockene Gebiete ohne Bewässerung als sicherer.

Das Beweiden der Grundstücke führt zur Unterdrückung der Luzernestauden im Bestand und dies umsomehr, je intensiver geweidet wird. Der Einfluß des Weidebetriebes auf die in Gemengen mit Gräsern angebaute Luzerne ist ungünstiger als bei reiner Luzerne. Nach einjähriger Weidenutzung sank die Staudenvertretung in den gemischten Beständen um etwa 20 % und nach zweijähriger Mischung bis um 40—50 %, während reine Luzerne nach einjähriger Weidenutzung eine Abnahme von 10 % und nach zwei Jahren um 20 % verzeichnete. Nach dem Rückgang der Luzerne verbreitete sich das Gemeine Knäuelgras im Bestande am stärksten.

Durch die Abnahme der Staudenzahl und durch den Gesamtrückgang der Vitalität bei der Luzerne sinkt die Vertretung der Luzerne im Bestande, wodurch sowohl die Produktion der Gemenge als auch der reinen Luzerne herabgedrückt wird. Der Produktionsrückgang ist in Jahren mit spärlichen Niederschlägen größer als in niederschlagsreichen Jahren. In niederschlagsreichen Jahren sank die Produktion bei jährlich dreimaliger Weidenutzung um ca 10 %.

Příspěvek k fyziologii otužování rostlin a zakořeňování rostlinných řízků

К вопросу физиологии закалки растений и укоренения растительных черенков

**Beitrag zur Physiologie der Pflanzenabhärtung und Einwurzelung
von Pflanzenstecklingen**

Inž. Miroslav KAMÍNEK

Ústředí Čs. ovocnářského a zahrádkářského svazu, Praha)*

Rozmnožování rostlin pomocí řízků se používá u mnoha rostlinných druhů, zejména v zahradnické výrobě. Snahou pěstitelů je dosáhnout co největšího procenta zakořeňování řízků a vytvoření mohutného kořenového systému. Kvalita sazenic je jedním z hlavních činitelů, který rozhoduje o dalším úspěchu pěstování a jeho hospodářském výsledku.

Dosavadní výzkumné práce zabývající se rozmnožováním rostlin z řízků byly zaměřeny zejména na využití stimulátorů růstu. O kvalitě zakořeňování, jakož i účinnosti růstových stimulátorů rozhoduje množství rezervních látek obsažených v řízcích, které je zapotřebí k tvorbě nových pletiv. Akumulace látek v rostlinách je silně ovlivňována teplotou. Teplota ovlivňuje aktivitu enzymů a tím i kvalitu a množství rezervních látek a přirozených růstových stimulátorů.

Tato práce se zabývá vlivem nízkých („otužovacích“) teplot na vytváření rezerv organických látek a na aktivitu peroxydázy kyseliny β -indolyloctové u matečních rostlin vzhledem k zakořeňování řízků. Při rozbořech spolupracovala inž. Jana K a m í n k o v á. Práci bylo možné uskutečnit díky ochotě a pomoci pracovníků Ústavu experimentální botaniky ČSAV v Praze, Vysoké školy zemědělské, zahradnické katedry v Lednici na Moravě a Jaroslava Oplta z Ústavu fyziologie rostlin University Karlovy v Praze.

Část všeobecná

Fyziologické procesy, které probíhají při otužování rostlin, lze rozdělit podle jejich povahy do dvou skupin:

1. Hromadění produktů fotosyntézy v důsledku omezení růstu a dýchání při nízkých teplotách. Působením nízkých teplot na rostliny mění se proti optimálním teplotám poměr mezi intenzitami fotosyntézy, dýchání a růstu. Blackman a Mathaei (4) zjistili, že fotosyntéza je v pěstitelských

*) Nynější pracoviště: Ústav experimentální botaniky ČSAV, Praha.

podmínkách limitována teplotou; světelná intenzita nebývá rozhodující, protože za průměrných podmínek je dostatečná. Přesto však fotosyntetické pochody probíhají i za velmi nízkých teplot (Freeland, 10, Kostyčev, Česnokov, Bazyrina, 21). Při sledování intenzity dýchání vzhledem k teplotě se ukázalo, že je nízkými teplotami mnohem více snižována než intenzita fotosyntézy. Nejvíce je však při rovnocenných nízkých teplotách omezován růst. Minimální teplota růstových procesů leží mnohem výše než minimální teplota dýchání a fotosyntézy.

Z těchto termodynamických vlastností uvedených procesů vyplývá, že při nízkých teplotách, pohybujících se v rozmezí „otužovacích teplot“, je nejvíce omezován růst a dýchání, zatímco fotosyntéza je relativně intenzivní. Důsledkem je hromadění produktů fotosyntézy, zvyšování obsahu sušiny, růst osmotického tlaku a snižování kryoskopického bodu buněčné šťávy, což vede k zvyšování mrazové odolnosti rostlin.

Úzká závislost mezi uvedenými pochody a otužováním byla potvrzena Dexterem (5), v jehož pokusech probíhalo otužování ozimé pšenice pouze při osvětlení. Ve tmě, kde nemohla probíhat fotosyntéza, odolnost rostlin vůči mrazu klesala. Při zavedení umělé organické výživy proběhlo otužování i bez přístupu světla. Podobné výsledky obdrželi Johansson, Albertsson a Mansson (19), Zalenskij (43) a Jakuševa (17).

2. Rozklad nerozpustných organických látek na látky rozpustné. Hlavní příčinou zmrazání buněk je dehydratace a z ní plynoucí koagulace rostlinných bílkovin (Ullrich a van Veen, 40). Biochemické procesy probíhající při otužování rostlin směřují k zvyšování koncentrace buněčné šťávy a tím k snižování jejího kryoskopického bodu, což jsou činitelé zamezující dehydrataci bílkovin. V podstatě jde o přeměnu nerozpustných organických látek na látky rozpustné.

Přeměna škrobu v cukry byla zjištěna u ovocných dřevin (Müller-Thurgau, 24, Gardner, 11, Anderson, 2), u ozimé pšenice (Newton a Brown, 25, Šilyndin, 36, Heber, 14, Johansson, Albertsson a Mansson, 19, Dexter, 6), u kukuřice (Aboul-Ela, 1), u jetele (Jakuševa, 17), u zelí (Sulakadre, 35), u akátu (Siminovitč, Wilson a Briggs, 33), u břečtanu (Jeremias, 18), u květu ovocných dřevin (Dustman a Fisch, 9, Head, 13, Sell a Johnston, 30), u vinné révy (Winkler a Williams, 42).

Rovněž přeměny nerozpustných dusíkatých látek na látky rozpustné a vzrůst obsahu volných aminokyselin při otužování byly zjištěny u více druhů rostlin: u pšenice (Dexter, 8), u bramborových hlíz (Lewitt, 22), u zelí (Harvey — cituje Scarth a Lewith, 29), u ozimé řepky (Helstörn, 15), u hortensií (Ansen a Stuart, 3), u ovocných dřevin (Sell a Johnston, 30), u akátu (Siminovitč a Briggs, 32).

Uvedené procesy probíhají v souladu se změnami aktivity enzymů. Zvýšená aktivita fosforyláz je podporována růstem pH při otužování rostlin (Abbott — cituje Richter, 27, Anderson, 2, Scarth a Lewith, 29, Dexter, 7, Greathouse a Stuart — cituje Scarth a Lewith, 29), protože optimální pH pro činnost fosforyláz leží poměrně vysoko (Siminovitč a Briggs, 32).

Účinnost růstových stimulatorů přirozených i uměle aplikovaných je ovlivňována aktivitou enzymů, která se rovněž mění s teplotou. Pozornost je třeba věnovat oxydáze kyseliny β -indolyloctové. Existenci oxydázy β -indolyloctové kyseliny předpokládal podle Stutze (34) Thomann. První experimentální dů-

kazy o uvedené oxydáze publikovali Larson, Wagenknecht, Burris (citováno tamtéž, 34) a Tang a Bonner (37). Tito autoři předpokládají, že jde o enzym, jehož aktivní složka je založena na bázi železa. Později bylo zjištěno, že aktivita oxydázy je stimulována manganatými ionty (MacLachlan a Waygood, 23, Stutz, 34). Stimulační účinek vykazují i ionty měďnaté (Turian, 39). Peroxydázový charakter tohoto enzymu byl podle Stutze (34) zjištěn Galstonem, který uvádí, že jde o peroxydáz flavoproteinového charakteru. Podobné zjištění učinil i Goldacre (12), který současně pozoroval aktivaci uvedené peroxydázy za přidání 2,4-dichlórfenóxyoctové kyseliny.

Vzhledem ke studovanému problému sledovali jsme závislost aktivity peroxydázy kyseliny β -indolyloctové na teplotě. Pilet (26) ve své metodické práci doporučuje uchovávat rostlinný materiál před stanovením aktivity peroxydázy kyseliny β -indolyloctové při nízkých teplotách, aby nebyla snížena její aktivita.

Z uvedeného stručného přehledu vyplývá, že při otužování rostlin hromadí se v buňkách produkty fotosyntézy, a to zejména v rozpustné formě. Tohoto zvláštního stavu v metabolismu lze prakticky využít při množení rostlin ze řízků. Podrobíme-li mateční rostliny nízkým teplotám, budou z nich odebrané řízky obsahovat více organických látek, které jsou základním předpokladem pro jejich zakořenění. Je mnoho druhů a odrůd rostlin, které se řízky obtížně množí. Pomáháme si zde růstovými stimulatory, jejichž účinek je závislý od zásobení řízků organickými látkami použitelnými pro stavbu nových pletiv. Dalším kladem je, že se hromadí zejména látky jednoduché a rozpustné, které mohou být rychle použity při syntéze stavebních látek nově vytvářených pletiv. Při nízkých teplotách lze současně očekávat příznivé ovlivnění aktivity peroxydázy kyseliny β -indolyloctové.

Prověření uvedených domněnek bylo praktickým úkolem této práce. Vedlo k ní i pozorování Oplta a Černého (28), v jejichž pokusech lépe zakořeňovaly řízky odebírané po chladném počasí.

Otužování matečních rostlin

Materiál a metodika

Jako pokusné rostliny jsme použili hrachu, kterého se běžně používá pro zakořeňovací zkoušky při prověřování účinnosti růstových stimulatorů. Vedle těchto vlastností poskytoval možnost pracovat s velkým počtem rostlin, jak samotný pokus vyžadoval. Pokus byl současně založen se třemi odrůdami: Lincoln, Bezúponkový dřeňový a Liliput. Poslední dvě odrůdy jsou novošlechtěním Výzkumného ústavu zelinářského v Olomouci.

Hrách byl vyset 30. ledna 1958 do truhlíků na vzdálenost 4×4 cm. Výsev jsme ponechali v poloteplém skleníku s průměrnou teplotou $10^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ do 13. února, kdy byly rostliny asi 5 cm vysoké. Potom jsme je rozdělili do tří variant:

1. varianta — uložena ve studeném pařeništi s průměrnou teplotou v tuto dobu $+3,5^{\circ}\text{C}$ (výkyvy během pokusu -1°C až $+8^{\circ}\text{C}$). U této varianty bylo dbáno, aby noční teploty nepřestoupily $+1^{\circ}\text{C}$, což by vedlo k zvýšenému dýchání a růstu a tím ke ztrátám zásobních látek. Proto ve dnech teplejších byly rostliny na noc ukládány do chladicího boxu s teplotou 1° až 2°C .

2. varianta byla ve dne (7.00 až 18.00 hod.) uložena společně s variantou č. 3 (16°C) a na noc byla umístěna k variantě č. 1. Zde jsme očekávali maximální intenzitu fotosyntézy ve dne a silné omezení intenzity dýchání a růstu v noci.

3. varianta — uložena ve skleníku s průměrnou teplotou $16^{\circ}\text{C} \pm 8^{\circ}\text{C}$.

U všech variant byly zachovány stejné světelné podmínky.

Počínaje dnem 13. 2. (rozdělení rostlin do jednotlivých variant) odebírali jsme v časovém intervalu dvou až čtyř dnů od každé odrůdy vzorky po stu rostlin (odříznutých těsně u děložních lístků) pro rozboru a zakořeňovací zkoušku. V jednom dnu jsme současně hodnotili všechny varianty od jedné odrůdy. Rozbory se vztahují na čerstvě odebírané vzorky od jednotlivých variant, nikoliv na zakořenělé řízků, vyjímaje vlastní zakořeňovací zkoušku.

Vzhledem k řešenému problému sledovali jsme u všech variant a odrůd následující hodnoty:

1. Procento zakořenělých řízků. Ihned po odebrání vzorku jsme bez dalších úprav (zkracování osy apod.) zasadili 25 rostlin od každé varianty pokusu do předem vyvařených bukových pilin nasycených Knopovým živným roztokem. Všechny tři varianty byly umístěny vedle sebe v množárně s průměrnou teplotou 20°C . Zakořenění jsme hodnotili po třiceti dnech.

2. Váha sušiny kořenů přepočtená na sto zakořenělých řízků charakterizuje mohutnost vytvořeného kořenového systému. Sušina byla stanovena při 105°C .

3. Délka a váha rostlin se vztahují na nadzemní části rostlin od děloh. Váha je vyjádřena váhou sta rostlin, délka průměrnou délkou od děloh po vegetační vrchol. Ze změn délky a váhy rostlin usuzujeme na intenzitu růstu.

4. Veškerá sušina. Byla stanovena při 105°C . Podle změn jejího obsahu během otužování můžeme usuzovat na hromadění látek potřebných k zakořenění a dalšímu vývinu řízků.

5. Rozpustná sušina. Stanovili jsme ji z rozdílu mezi veškerou sušinou a nerozpustným zbytkem ve vodě 60°C teplé po 20 min. V pokusu jsme ji použili jako měřítko pro hodnocení stupně zvýšení (snížení) mrazové rezistence rostlin, jelikož přímé zmrazovací zkoušky jsme nemohli z metodických důvodů použít.

6. „Koeficient rozpustnosti sušiny“ jsme vypočetli z poměru: $\frac{\text{váha rozpustné sušiny}}{\text{váha veškeré sušiny}}$. V průběhu pokusu koeficient ukazuje změny rozpustnosti sušiny u jednotlivých variant. Účelnost zavedení tohoto koeficientu se ukázala již v předchozích pokusech (Kamíněk M., Kamíněk L., 20).

7. Refraktometrická sušina byla stanovena z čerstvě vylisované šťávy. Má obdobný význam jako rozpustná sušina.

8. Volné aminokyseliny jsme stanovili chromatograficky proužkovou metodou Mathiasovou. K nanášení bylo použito 5 μl vylisované šťávy, která nebyla předem čištěna, jelikož při prověřování metodiky byly s přímo nanášenou šťávou u použitého rostlinného materiálu získány dostatečně přesné výsledky. Jako rozpouštěcí soustavy jsme použili butanol, kyselinu octovou a vodu v poměru 4 : 1 : 1. Pro oddělení jednotlivých aminokyselin jsme vyvíjení chromatogramů třikrát opakovali. K detekci bylo použito barevné reakce aminokyselin s ninhydrinem. Intenzita zabarvení je závislá na teplotě, přístupu kyslíku, koncentraci ninhydrinu a rozpustidla (Thomson, Zacharius, Steward, 38) a na relativní vlhkosti prostředí (Wellington, 41). Proto detekce byla prováděna za stejných laboratorních podmínek. Kvantitativní vyhodnocení chromatogramů bylo

densitometrické. Chromatogramy byly proměřovány ve speciálně upraveném kolorimetru po 1 mm. Výsledky jsou vyjádřeny jako součet odchylek multiscopu.

Aminokyseliny představují hlavní část dusíkatých rozpustných látek.

V této studii jsou uváděny celkově jako součet.

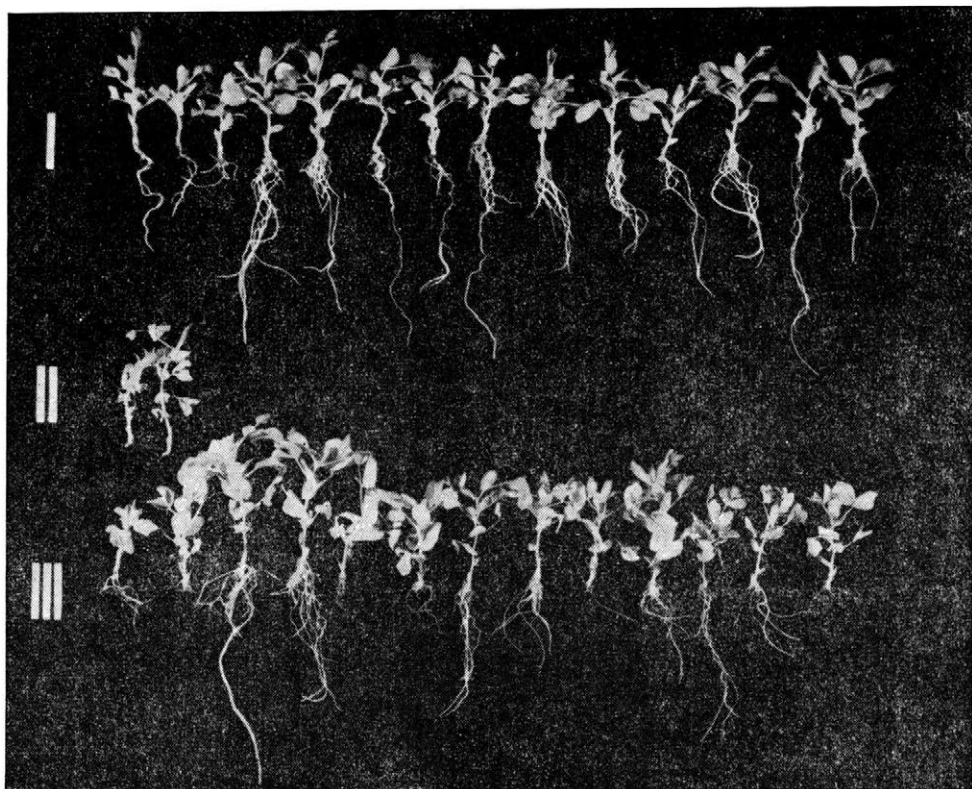
Část experimentální a diskuse

Výsledky pokusů jsou shrnuty v tabulce I a jí odpovídajícím grafu č. 1.

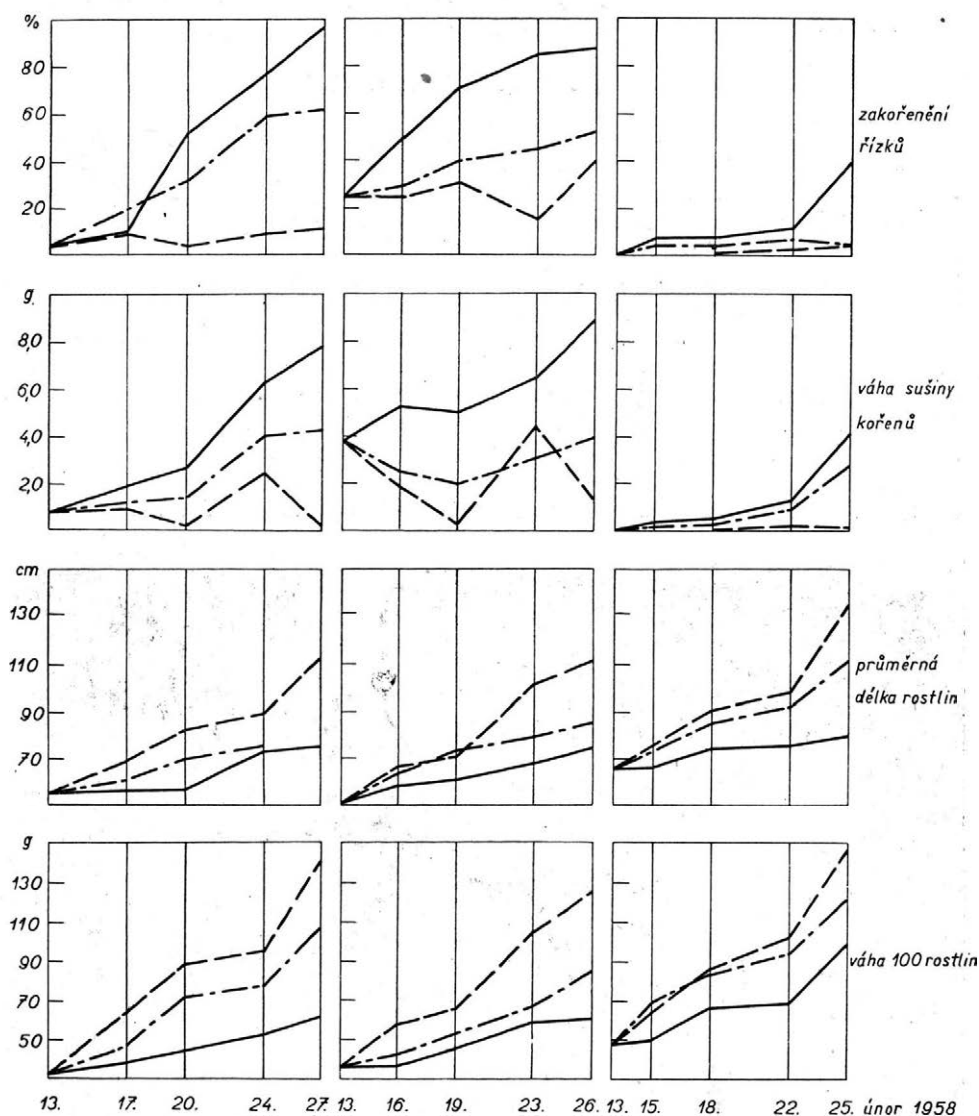
Procenticky nejvíce zakořeňovaly řízky odebírané z otužované varianty č. 1. Řízky z varianty č. 3 s optimální teplotou zakořeňovaly nejméně. Procentické zakořeňování řízků varianty č. 2, která se nacházela ve dne v prostředí s optimální teplotou (16° C) a v noci byla vystavena teplotám 1° až 2° C, se pohybuje mezi oběma předchozími variantami. U této varianty stačila pravděpodobně vyšší denní teplota k tomu, aby růst a dýchání podstatně omezily akumulaci zásobních látek.

Podobné výsledky byly zjištěny i při hodnocení mohutnosti kořenového systému, který byl nejmohutnější u otužované varianty č. 1, jak ukazují váhová množství sušiny kořenů připadající na sto zakořeňovaných řízků a fotografie č. 1 až 3.

Uvedené výsledky odpovídají změnám fyziologických vlastností, které byly zjištěny u jednotlivých variant pokusu. Nízkou teplotou byl podstatně omezen růst za současného zvýšení obsahu rozpustné sušiny což ukazuje, že bylo dosaženo zvýšené převahy intenzity fotosyntézy nad intenzitou dýchání a růstu. Vyšší obsah



1. Zakořeňování řízků hrachu odrůdy Bezúponkový dřevňový odebíraných v den ukončení pokusu



Graf č. 1. Fyziologické a biochemické změny při otužování rostlin hrachu a zakořeňování řízků

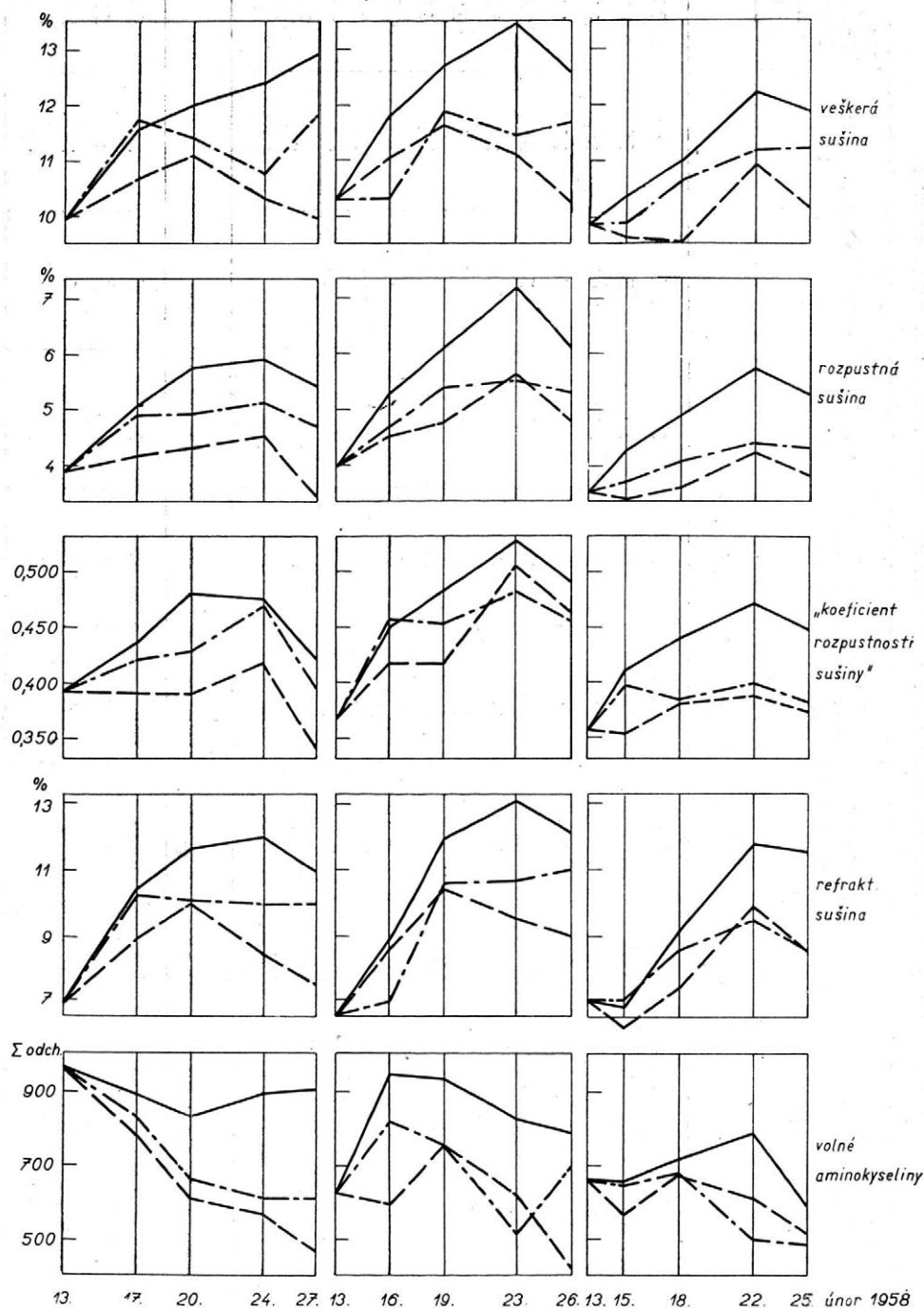
Legenda:

- = rostliny uchovávané při průměrné teplotě 3,5°C
- . - . = rostliny uchovávané přes den při průměrné teplotě 16°C a v noci při 1°C
- - - = rostliny uchovávané při průměrné teplotě 16°C

Bezúponkový - dřevový

Lincoln

Liliput

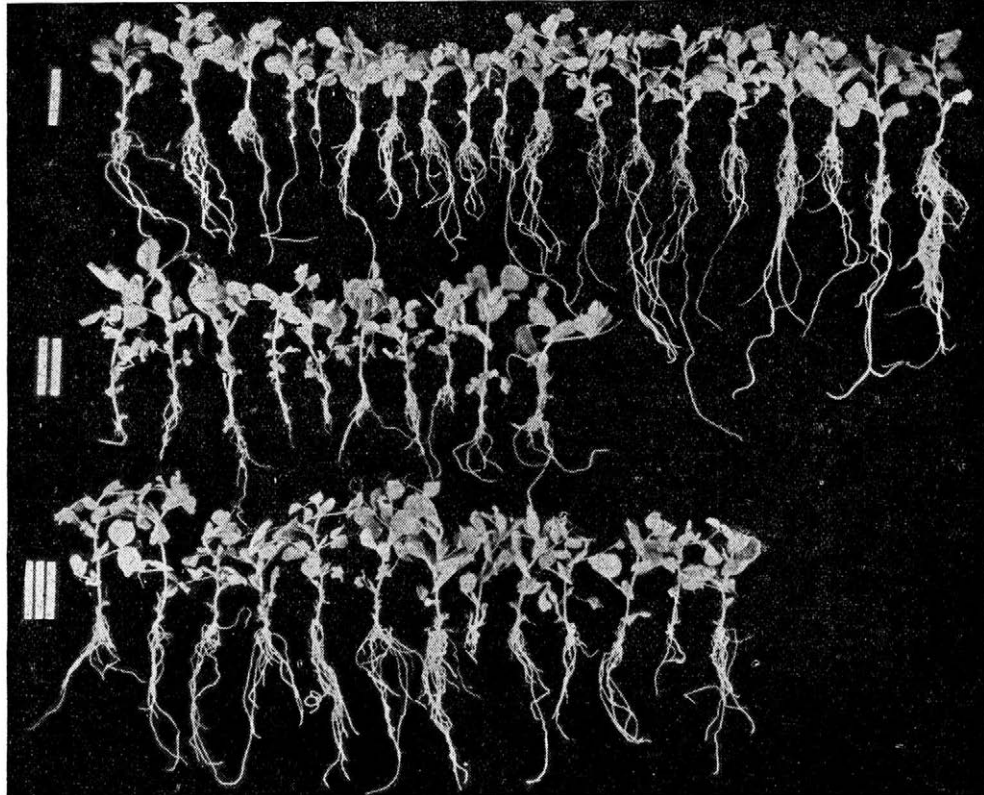


I. Fyziologické a biochemické změny při otužování rostlin hrachu a zakořeňování řízků

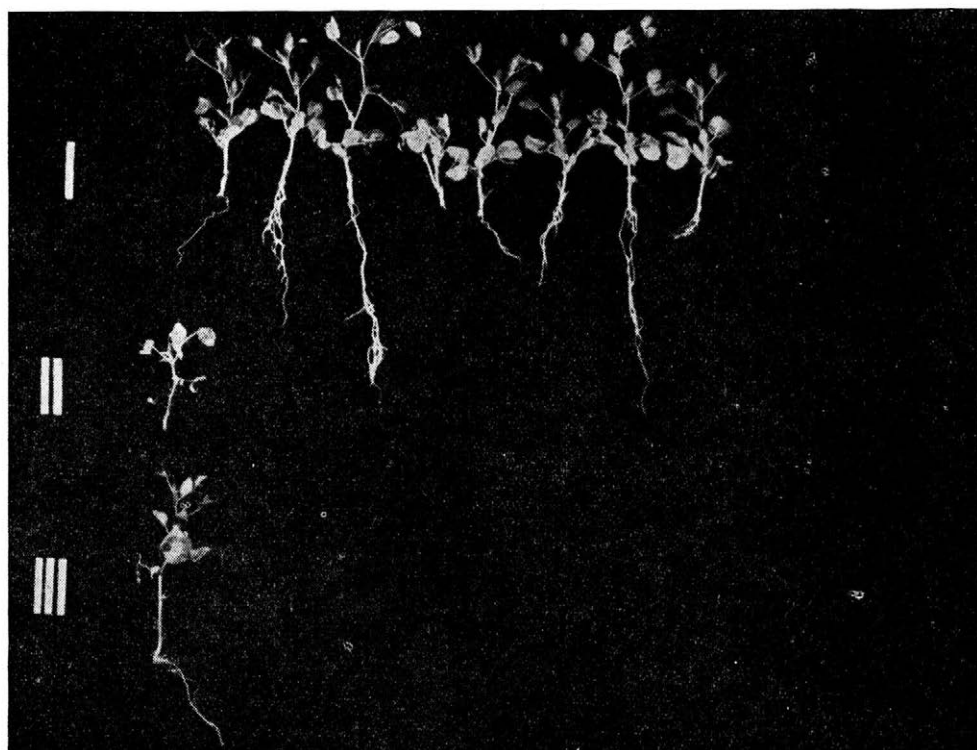
Datum odebr. vzorku	Varianta	Veškerá sušina %	Rozpustná sušina %	„Koefficient rozpustnosti sušiny“	Refrakto-metrická sušina %	Rozpustné aminokyseliny (součet odch.)	Váha 100 rostlin g	Prům. délka rostlin cm	Zakořeňování řízků %	Váha sušiny kořenů na 100 zakoř. řízků g
Bezúponkový dřevňový:										
13. 2.	X	9,90	3,88	0,392	6,8	977	32,32	5,58	4,0	0,700
17. 2.	1	11,56	5,03	0,435	10,5	895	39,21	5,72	16,0	1,850
	2	11,61	4,89	0,421	10,5	838	46,32	6,01	20,0	1,120
	3	10,68	4,16	0,390	9,0	783	63,04	6,78	16,0	1,100
20. 2.	1	12,00	5,77	0,480	11,7	837	45,60	5,82	55,0	2,664
	2	11,46	4,92	0,429	10,2	666	71,75	7,00	28,0	1,427
	3	11,08	4,32	0,390	10,0	615	88,49	8,24	5,0	0,250
24. 2.	1	12,39	5,91	0,477	12,0	892	53,21	7,30	75,0	6,393
	2	10,80	5,10	0,472	9,7	612	77,32	7,56	57,8	3,927
	3	10,36	4,53	0,419	8,5	572	95,37	8,94	10,0	2,400
27. 2.	1	12,97	5,43	0,419	11,0	907	62,10	7,60	93,3	7,814
	2	11,83	4,71	0,398	9,7	615	107,34	—	65,0	4,300
	3	10,01	3,41	0,341	7,5	477	140,42	11,37	13,3	0,075
Lincoln:										
13. 2.	X	10,29	3,98	0,367	6,5	634	30,59	5,06	24,0	3,738
	1	11,79	5,32	0,451	9,0	945	37,08	5,85	48,0	5,233
	2	10,38	4,68	0,454	7,0	826	43,19	6,38	28,0	2,572
	3	11,01	4,60	0,418	8,7	593	56,55	6,43	24,0	1,917

19. 2.	1	12,70	6,11	0,481	12,0	935	45,14	6,01	72,0	4,960
	2	11,89	5,37	0,452	10,6	759	53,07	7,25	40,0	1,000
	3	11,67	4,78	0,418	10,5	759	65,84	7,08	32,0	0,266
23. 2.	1	13,49	7,20	0,534	13,1	833	58,96	6,75	84,0	6,448
	2	11,44	5,52	0,482	10,7	515	67,34	7,88	44,0	3,057
	3	11,13	5,64	0,507	9,5	618	103,23	10,5	16,0	4,554
26. 2.	1	12,53	6,16	0,492	12,2	784	61,15	7,53	88,0	9,284
	2	11,67	5,31	0,455	11,0	700	85,58	8,50	52,0	4,070
	3	10,27	4,74	0,462	9,0	422	125,63	11,08	40,0	1,353
Liliput :										
13. 2.	X	9,86	3,52	0,357	7,0	661	48,10	6,48	0,0	0,000
15. 2.	1	10,38	4,28	0,412	6,8	651	51,13	6,50	8,0	0,404
	2	9,92	3,69	0,398	7,0	651	69,66	7,42	4,0	0,200
	3	9,62	3,40	0,355	6,1	566	64,92	7,49	0,0	0,000
18. 2.	1	11,00	4,92	0,440	9,2	719	66,71	7,48	8,0	0,504
	2	10,68	4,08	0,382	8,7	681	83,77	8,47	4,0	0,300
	3	9,53	3,62	0,380	7,3	676	84,25	9,06	0,0	0,000
22. 2.	1	12,20	5,75	0,471	11,8	789	69,23	7,61	12,0	1,360
	2	11,20	4,38	0,391	9,5	500	95,22	9,23	8,0	0,905
	3	10,97	4,26	0,388	10,1	611	102,16	9,84	4,0	0,208
25. 2.	1	11,76	5,28	0,449	11,5	573	99,21	7,93	40,0	4,200
	2	11,26	4,32	0,383	8,6	485	123,87	11,37	5,0	2,812
	3	10,17	3,81	0,374	8,5	510	148,03	13,55	5,0	0,160

Legenda: X = rostliny před rozdělením do variant 1, 2, 3
1 = rostliny pěstované při průměrné teplotě 3,5° C
2 = rostliny pěstované přes den při průměrné teplotě 16° C a v noci při 1° C
3 = rostliny pěstované při průměrné teplotě 16° C



2. Zakořenění řízků hrachu odrůdy Lincoln odebíraných v den ukončení pokusu



3. Zakořenění řízků hrachu odrůdy Liliput odebíraných v den ukončení pokusu

rozpustné a refraktometrické sušiny a stoupající „Koeficient rozpustnosti sušiny“ závisí na hromadění především rozpustných látek, které mohou být rychleji využity při vytváření nových pletiv a orgánů. Při nízkých teplotách se podstatně zvyšoval i obsah volných aminokyselin jako základních látek pro syntézu bílkovin.

Otužování matečních rostlin před odebráním řízků se ukázalo účelné. Vyhovuje i po stránce ekonomické. Je zbytečné vytápět skleníky s matečními rostlinami na optimální teplotu, když nižší teploty jsou mnohem výhodnější.

V pěstitelské praxi je třeba vyzkoušet pro jednotlivé rostlinné druhy a odrůdy vhodné „otužovací“ teploty, které nejpriznivěji ovlivní zakořeňování řízků.

Otužování oddělených řízků

Otužování matečních rostlin mělo příznivý vliv na zakořeňování řízků. V praxi není však vždy možné otužovat celé rostliny, např. při pestrém sortimentu druhů v jednom skleníku, během teplých období, nebo při odebrání řízků z rostlin volně rostoucích (v ovocnářství apod.). Sledovali jsme proto, zda je možné dosáhnout podobného účinku otužováním oddělených řízků v umělých podmínkách. Vycházeli jsme z teoretického předpokladu, že při otužování rostlin i bez přístupu světla dochází k rozkladu nerozpustných látek na látky rozpustné a jednodušší, které mohou být rostlinou rychleji využity k stavbě nových pletiv.

Materiál a metodika

K pokusu bylo použito „polozatvrdlých“ řízků ptačího zobu (*Ligustrum vulgare* L.), meruzalky horské (*Ribes alpinum* L.), forsytie prostřední (*Forsythia intermedia* ZAB), slivoňové podnože Marunke (*Prunus domestica* L. — marunke) a jabloňových typových podnoží EM I a EM IX (*Malus* EM I, *Malus* EM IX).

Z matečních rostlin rostoucích ve volné půdě jsme v 15–18 hod. odebírali celé letorosty, z nichž jsme v 17–19 hod. nařezali řízků o třech nebo čtyřech internodiích (podle druhu rostlin). Dva bazální nody byly zbaveny listů i s řapíky. Zbývající listy byly žiletkou zkráceny na polovinu, aby byla snížena transpirace. Takto upravené řízků byly po padesáti kusech rozděleny do dvou variant:

1. varianta: U vzorku listů jsme stanovili refraktometrickou sušinu vylisované šťávy a řízků jsme zasázeli ve sponu 4 × 10 cm do studeného pařeniště s půdní směsí upravenou podle Oplta a Černého (28): 50 % rašeliny, 25 % říčního písku, 20 % cihlové drtě a 5 % listovky. Pařeniště bylo ve výši 1 m nad sklem překryto stínovkami, čímž bylo značně sníženo kolísání teploty, která se pohybovala v rozsahu 12° až 22° C.

2. varianta: Řízků byly uloženy do Dewarovy nádoby, v níž byla udržována teplota 0° C pomocí kryoskopické směsi. Po uplynutí určité doby působení nízkých teplot (22–70 hod.) byly řízků vyjmuty a zasázeny do studeného pařeniště v souběžných řadách s 1. variantou, když byla předem stanovena refraktometrická sušina.

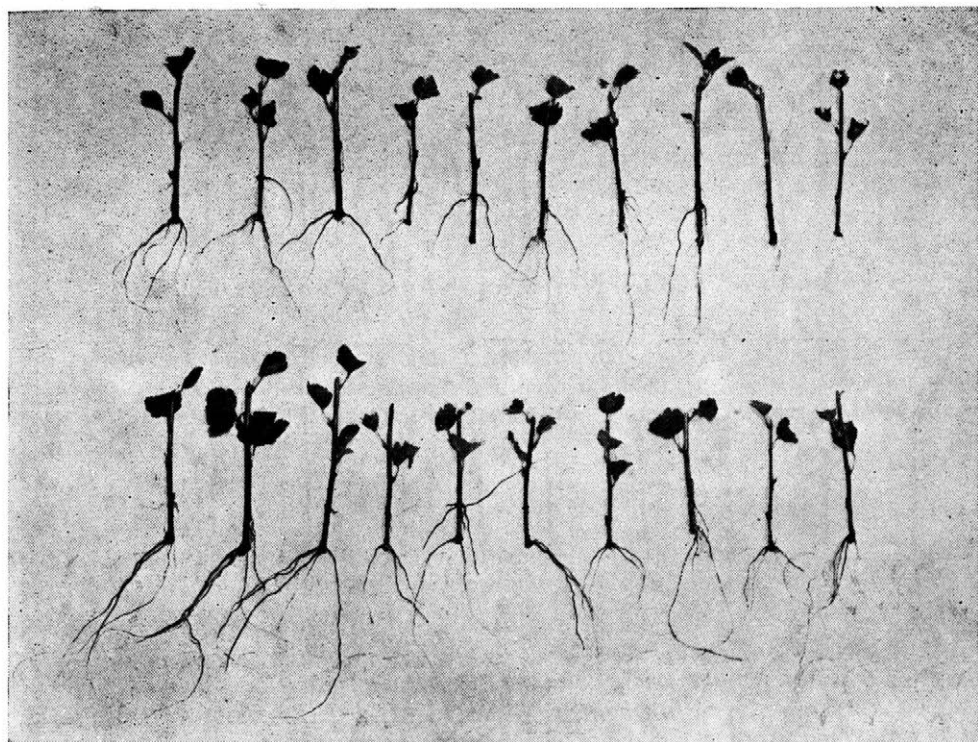
K hodnocení zakořeňování bylo podle druhu rostlin přistoupeno za 67 až 100 dní po řízkování. Zjišťovali jsme počet zakořeňovaných řízků (procento) a váhu sušiny kořenů připadajících na sto zakořeňovaných řízků.

Část experimentální a diskuse

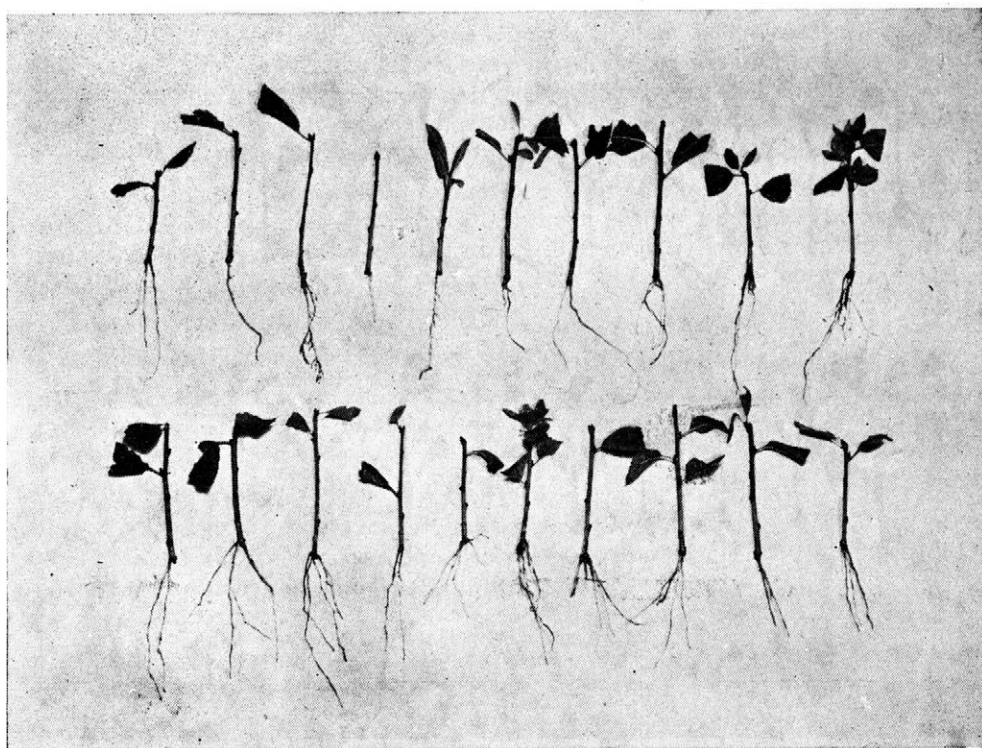
Výsledky pokusů jsou uvedeny v tabulce II a na fotografiích č. 4 až 7.

II. Otuzování a zakořeňování oddělených zelených řízků

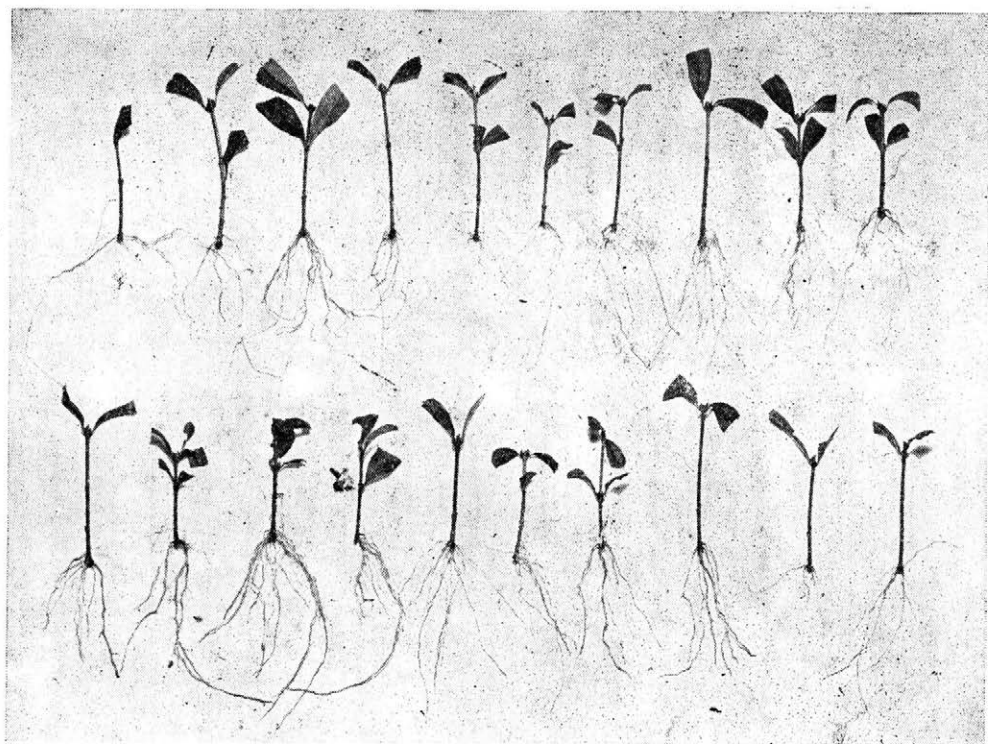
Druh	Řízkováno dne	Hodnocení zakořenění dne	Počet řízků	Varianta	Působení 0° C hod.	Refrakt. sušina (index lomu)	Zakořenilo		Váha sušiny kořenů mg/l zakoř. řízek
							ks	%	
Meruzalka horská	14. 7.	6. 10.	32	otužovaná kontrola	22,00	1,326	25	78,1	28,6
	14. 7.	6. 10.	50		0,00	1,326	40	80,0	55,3
Slivoňová podnož Marunke	18. 7.	6. 10.	50	otužovaná kontrola	22,00	—	16	32,0	20,1
	18. 7.	6. 10.	50		0,00	—	22	44,0	21,4
Ptačí zob	18. 7.	6. 10.	50	otužovaná kontrola	22,00	1,359	46	92,0	59,8
	18. 7.	6. 10.	50		0,00	1,360	46	92,0	61,4
Forsytie prostřední	29. 7.	6. 10.	50	otužovaná kontrola	70,00	1,351	41	82,0	73,4
	29. 7.	6. 10.	50		0,00	1,351	40	80,0	81,7
Jabloňová podnož EM I	29. 6.	—	50	otužovaná kontrola	22,00	1,361	—	—	—
	29. 6.	—	50		0,00	1,361	—	—	—
Jabloňová podnož EM IX	29. 6.	—	50	otužovaná kontrola	21,00	1,361	—	—	—
	29. 6.	—	50		0,00	1,361	—	—	—
Koleus	19. 7.	—	25	otužovaná kontrola	21,30	1,331	—	—	—
	19. 7.	—	25		0,00	1,334	—	—	—



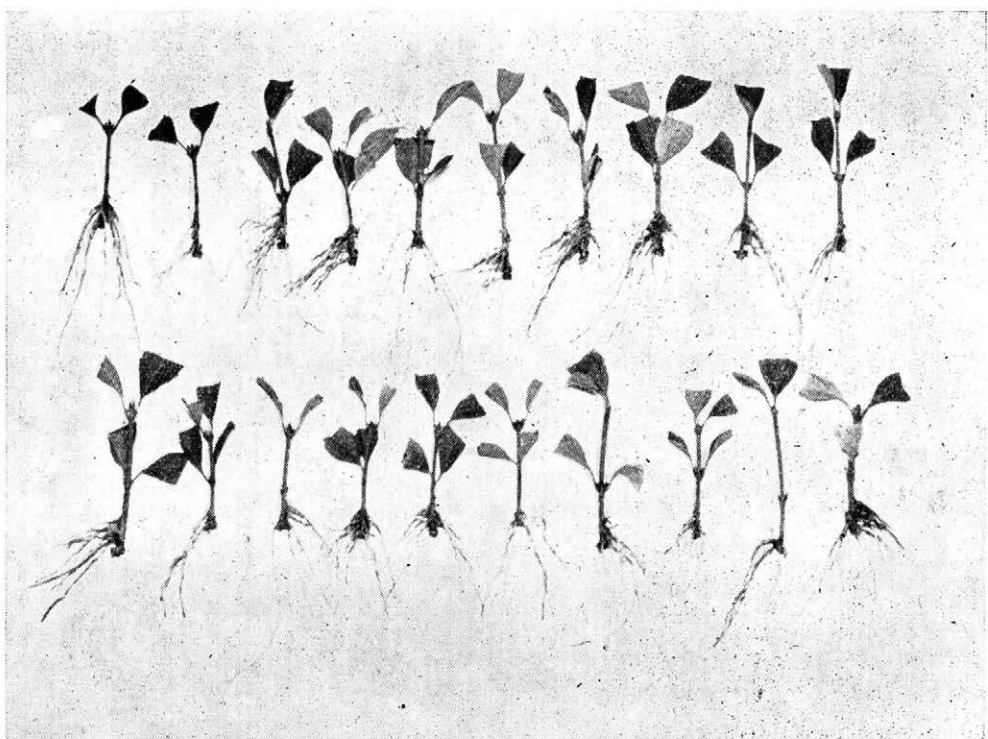
4. Zakořenění řízků meruzalky horské



5. Zakořenění řízků slivoňové podnože Marunke



6. Zakořenění řízků ptačího zobu



7. Zakořenění řízků forsytie prostřední

Otužováním oddělených řízků nebylo dosaženo očekávaného efektu při jejich zakořeňování, naopak převažují negativní výsledky. Příčinu lze spatřovat v tom, že při otužování oddělených řízků se nezvyšovala rozpustnost sušiny, jak lze usuzovat z hodnot refraktometrické sušiny.

Aktivita peroxydáz a peroxázy kyseliny β -indolyloctové

V úvodní části bylo uvedeno, jaký vliv má aktivita peroxydázy kyseliny β -indolyloctové na obsah heteroauxinu. Sledovali jsme proto ve zvláštních pokusech změny její aktivity v závislosti na teplotě. Mimoto jsme věnovali pozornost peroxydázám jako celku.

Materiál a metodika

Na závěr pokusu s otužováním hrachu (str. 961) jsme dne 28. 2. stanovili aktivitu peroxydáz u všech odrůd a variant. Ke stanovení aktivity bylo použito celých nadzemních částí rostlin.

Metodika stanovení aktivity peroxydáz: Na 1 váhový díl vzorku rostlinné hmoty bylo přidáno 19 dílů acetátového pufru (0,1 M, pH 4,7). Směs byla homogenizována při teplotě 2° C a homogenát centrifugován při téže teplotě při 4000 g po 30 min. Čirý extrakt jsme ihned použili ke stanovení aktivity peroxydáz: 3 ml destilované vody, 2 ml kyseliny askorbové (200 γ /1 ml), 1 ml pyrogallolu (2%), 1 ml peroxidu vodíku (1%) a 1 ml extraktu jsme ponechali po inkubační dobu (2 min.) reagovat, načež jsme další činnost enzymů inaktivovali přidáním 1 ml kyseliny fosforečné (10 %). Současně byl založen slepý pokus. Aktivita peroxydáz byla stanovena z rozdílů úbytku kyseliny askorbové mezi aktivními a slepými pokusy. Kyselinu askorbovou jsme stanovili jódometricky. Aktivita je vyjádřena v ml 0,01 N roztoku jódu odpovídajícímu množství oxydované kyseliny askorbové. Výsledky jsou přepočteny na 1 g čerstvé hmoty.

Další pokusy jsme založili v umělých kontrolovaných podmínkách. Použili jsme 15 dní starých etiolovaných rostlin hrachu odrůdy Lincoln vypěstovaných ve tmě při teplotě 20° C. Rostliny jsme rozdělili do dvou variant s různými tepelnými podmínkami:

1. varianta: tma 18° C,
2. varianta: tma 4° C.

Legendy:

Fot. č. 1, č. 2, č. 3:

- I = rostliny uchovávané při průměrné teplotě 3,5° C
- II = rostliny uchovávané přes den při průměrné teplotě 16° C a v noci při 1° C
- III = rostliny uchovávané při průměrné teplotě 16° C

Fot. č. 4, č. 5, č. 6, č. 7:

- horní řada: otužovaná varianta
- spodní řada: kontrola

Za 72 hod. po zavedení různých podmínek byla stanovena aktivita peroxydáz výše uvedenou metodou. Výsledky jsou propočteny jako průměry ze tří stanovení.

Ve stejných podmínkách jsme stanovili i aktivitu peroxydázy kyseliny β -indolyloctové. Ve tmě vypěstované (etioloované) rostliny hrachu (Lincoln) jsme po čtrnácti dnech, když zakládaly třetí internodium (průměrná délka 9,5 cm, průměrná váha jedné rostliny 0,37 g), rozdělili do dvou variant jako v předchozím pokusu (4°C a 18°C). Vzorky pro stanovení aktivity peroxydázy kyseliny β -indolyloctové jsme odebrali v těchto časových intervalech: 0.00 hod., 3 hod., 11 hod., 46 hod. a 59 hod. Manipulace s rostlinami a vlastní stanovení probíhala při slabém červeném osvětlení.

Ke stanovení aktivity peroxydázy kyseliny β -indolyloctové jsme použili metody Tanga a Bonnera (37) upravené podle Handersona a Petersona (16) a podle výsledků vlastních prověřovacích pokusů. Enzymový extrakt byl připraven stejným způsobem jako při stanovení peroxydáz, použili jsme však fosforečnanového pufru (0,1 M, pH 6,1), který byl smíchán se vzorkem rostlin (vegetační vrcholy 3 cm dlouhé) v poměru 4 : 1. K vlastnímu stanovení aktivity jsme použili 1 ml kyseliny β -indolyloctové (75 γ /1 ml), 1 ml peroxydu vodíku (0,2 %), 1 ml enzymového extraktu. Po uplynutí inkubační doby (10 min.) jsme enzym inaktivovali přidáním Salkowského činidla (37).

Kyselinu β -indolyloctovou jsme stanovili kolorimetricky na základě tvorby barevných produktů při reakci s chloridem železitým. Po inkubaci jsme přidali 9 ml Salkowského činidla (15 ml 0,5 M FeCl_3 , 500 ml destilované vody, 300 ml H_2SO_4 sp. v. 1,84). Intenzitu zabarvení roztoku jsme měřili za 30 min. po přidání činidla kolorimetrem při použití zeleného filtru.

Aktivita je vyjádřena jako rozdíl extinkcí mezi aktivním a slepým pokusem.

Část experimentální a diskuse

Výsledky pokusů jsou uvedeny v tabulkách III až V.

III. Aktivita peroxydáz při otužování rostlin hrachu

Odrůda	Varianta	Aktivita peroxydáz ml 0,01 N roztoku jódu na 1 g čerstvé hmoty
Bezúponkový dřeňový	1	19,2
Bezúponkový dřeňový	2	26,4
Bezúponkový dřeňový	3	28,4
Lincoln	1	14,0
Lincoln	2	29,6
Lincoln	3	37,2
Liliput	1	30,4
Liliput	2	16,0
Liliput	3	70,8

Legenda: 1, 2, 3 — viz tab. č. I.

Z tabulky III vidíme, že u otužovaných variant podstatně poklesla aktivita peroxydáz. Stejně výsledky byly obdrženy při otužování etiolovaných rostlin hrachu v umělých podmínkách (tabulka IV).

Snížení aktivity peroxydáz při otužování rostlin hrachu se vztahuje i na peroxydázu β -indolyloctové kyseliny (tabulka V). Je proto možné předpo-

IV. Aktivita peroxydáz etiolovaných rostlin hrachu odrůdy Lincoln pěstovaných za různých tepelných podmínek

Varianta	Aktivita peroxydáz ml 0,01 N roztoku jódu na 1 g čerstvé hmoty
18° C	2,66
4° C	0,72

V. Aktivita peroxydázy kyseliny β -indolyloctové rostlin hrachu odrůdy Lincoln za různých tepelných podmínek

Čas hod.	Aktivita		Rozdíl aktivit
	teplota 18° C	teplota 4° C	
0	0,080	—	—
1	0,083	0,055	0,028
3	0,070	0,053	0,017
11	0,080	0,060	0,020
46	0,100	0,050	0,050
59	0,086	0,060	0,026

Aktivita je vyjádřena jako rozdíl extinkcí mezi aktivním a slepým pokusem.

kládat, že u řízků odebíraných z rostlin, které byly před tím vystaveny nízkým teplotám, jsou vytvořeny příhodnější podmínky pro hromadění kyseliny β -indolyloctové, ať již přirozené nebo uměle aplikované. Tento poznatek má současně teoretický význam pro objasnění mechanismu termotropismu rostlin.

Z á v ě r

Otužováním rostlin hrachu byl omezen jejich růst za současného zvyšování obsahu veškeré, rozpustné a refraktometrické sušiny a volných aminokyselin. Řízky odebírané z otužených rostlin lépe zakořeňovaly a vytvářely mohutnější kořenový systém vůči rostlinám pěstovaným při optimální teplotě. Při aplikaci tohoto poznatku na jiné druhy rostlin je třeba předem vyzkoušet vhodné „otužovací“ teploty. Pro řízkování rostlin rostoucích ve volné půdě je vhodné volit období následující po chladném počasí. Skleníky, v nichž jsou umístěny mateční rostliny, je nevhodné vytápět před řízkováním na optimální teploty.

Při otužování oddělených zelených řízků čtyř rostlinných druhů v umělých podmínkách nebylo dosaženo zvýšení procenta zakořenění, ani vytvoření mohutnějšího kořenového systému.

U otužovaných rostlin hrachu byla zjištěna nižší aktivita peroxydáz a peroxydázy kyseliny β -indolyloctové. Lze proto předpokládat, že u otužovaných rostlin jsou příhodnější podmínky pro hromadění kyseliny β -indolyloctové jako stimulatoru růstu.

Došlo dne 8. 9. 1961.

Literatura

1. Aboul - Ela M.: Physiological changes and freezing injury in maturing maize. 1957, *Plant Physiol.*, r. 27, str. 778-786. — 2. Anderson G.: Some seasonal changes in the tracheal sap of pear and apricot trees. 1929, *Plant Physiol.*, r. 4, str. 449-476. — 3. Ansen S.: Effects of low temperature on the free amino acids dormant *Hydrangea macrophylla* as revealed by paper chromatography. 1958, *Amer. Soc. Hort. Sci.*, r. 71, str. 563-568. — 4. Blackman F., Mathaei C.: Experimental researches in vegetable assimilation and respiration. IV. A quantitative study of carbon-dioxide assimilation and leaf temperature in natural illumination. 1950, *Proc. of Royal Soc.*, Vol. 76b. — 5. Dexter T.: Effects of several environmental factors at hardening of plants. 1933, *Plant Physiol.*, r. 8, str. 123-140. — 6. Dexter T.: Decreasing hardness of winter wheat in relation to photosynthesis, defoliation and winter injury. 1933, *Plant Physiol.*, r. 8, str. 297-304. — 7. Dexter T.: Respiratory rate and enzyme activity conditions of plants. 1934, *Plant Physiology*, r. 9, str. 831-838. — 8. Dexter T.: Growth, organic nitrogen fractions and buffer capacity in relation to hardness of plants. 1935, *Plant Physiol.*, r. 10, str. 149-158. — 9. Dustman B.: Sugars in apple and cherry blossoms. 1944, *Plant Physiol.*, r. 19, str. 603-614. — 10. Freeland O.: Apparent photosynthesis in some conifers during winter. 1944, *Plant Physiol.*, r. 19, str. 179-185. — 11. Gardner E.: Composition and growth initiation of Dormant pear shoots as influenced by temperature. 1929, *Plant Physiol.*, r. 4, str. 406-423. — 12. Goldacre L.: Hydrogen peroxyde in the enzymic oxidation of heteroauxin. 1951, *Journ. of Sci. Research. Ser. B*, Vol. 4, str. 293-302. — 13. Head C.: Some effects of temperature on the frost resistance of apple flowers. 1959, *The Journ. of Hort. Sci.* r. 34, str. 1-6. — 14. Heber U.: Ursachen der Frostresistenz bei Winterweizen. I. Die Bedeutung Zuckers für die Frostresistenz. 1958, *Planta*, Bd. 52, str. 144-172. — 15. Helstörn N.: Investigations on oil turnips and oil rape. VI. Further investigations in chemical composition. 1956, *Acta Agriculturae Scandinavica*, r. 6, č. 1, str. 17-44. — 16. Henderson J., Petterson L.: Die Wirkung von dichlorphenoxyssäure auf die geotropischen und phototropischen Reaktionen der Hafer Koeloptile. 1957, *Nature*, r. 179, str. 826-828. — 17. Jakuševa I.: Morozostojkost klevra i ljucerny v svjazi s uslovijami viraščivanja rastenij v predšedstvujuščij vegetativnyj period. 1945, *Dokl. vsesojuzn. sověšč. po fiziol. rastenij*, Tom IV, Vyp. 2, str. 147-159. — 18. Jeremias K.: Über den Jahresgang einiger Zucker in den Blättern von *Hedera helix* L. 1958, *Planta*, Bd. 52, str. 195-205. — 19. Johansson K., Albertsson E., Mansson I.: Udersöknigar över höstvetens härdning och avhärning. 1955, *Sveriges Utsädesfrörenings tidskrift*, seš. 1, str. 82-96. — 20. Kamínek L.: Vliv nízkých teplot na květy ovocných stromů. 1959, *Sb. ČSAZV-Rostlinná výroba*, r. 5, str. 291-310. — 21. Kostičev S., Česnokov V., Bazyrina K.: Untersuchungen über den Tagungsverlauf der Photosynthese an der Küste des Eismeres. 1930, *Planta*, Bd 1. — 22. Lewitt J.: Osmotic pressure determinations with isolated plasmatic proteins. 1946, *Plant Physiol.*, r. 21, str. 562-572. — 23. Mac-lachlan A., Waygood R.: Catalysis of indolacetic acid oxidation by manganic ions. 1956, *Physiol. Plantarum*, r. 9, str. 321-330. — 24. Müller Thurgau: Über den Erfrieren des Obstes. 1897, *Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau*. — 25. Newton R., Brown R.: Seasonal change in the composition of winter wheat plants in relation to frost resistance. 1926, *Journ. Agr. Sci.*, str. 16. — 26. Pilet E.: Importance de la tempe-

rature dans la préparation d'extraits auxines-oxydasiques. 1960, Comp. rendus des séances de l'Acad. des Sciences, t. 250, str. 2047-2049. — 27. Richter B.: Stoffwechselphysiologische Vorgänge bei der Blüten- und Fruchtbildung der Obstgehölze. 1954, Archiv f. Gartenbau, Bd. II, seš. 2. — 28. Oplt J., Černý L.: Vegetativní rozmnožování ovocných dřevin. 1955, ČSAV, Praha. — 29. Scarth G., Lewith J.: The frost-hardening mechanism of plant cells. 1937, Plant Physiol., r. 12, str. 51-78. — 30. Sell M., Johnston A.: Biochemical changes in terminal tung buds during their expansion prior to blossoming. 1945, Plant Physiol., r. 24, str. 744-752. — 31. Siminovitch D., Briggs R.: Studies on the chemistry of living bark of the black locust tree in relation to frost hardiness. IV. Effects of ringing on translocation protein systems and the development of hardiness. 1953, Plant Physiol., r. 28, str. 177-200. — 32. Siminovitch D., Briggs R.: Studies of the living bark of the black locust tree in relation to frost hardiness. IV. Amylase and phosphorylase systems of the bark tissues. 1953, Plant Physiol., r. 28, str. 629-644. — 33. Siminovitch D., Wilson D., Briggs R.: Studies of the living bark of the black locust in relation to frost hardiness. V. Seasonal transformations in the carbohydrates: starch-sucrose interconversions. 1953, Plant Physiology, r. 28, str. 383-400. — 34. Stutz E.: The indole-3-acetic oxidase of *Lupinus albus* L. 1957, Plant Physiol., r. 32, str. 31-39. — 35. Sulakadre S.: Količestvo lida v ozimych rastěnjach pri različnych temperaturach i zaščitnaja rol sacharov. 1945, Dokl. vsesojuz. sov. po fiziol. rast., Vyp. II, Tom IV. — 36. Šilyndin F.: Zavisimost zimostojkosti sortov pšenicy ot nakoplenija azota i sacharov rastěnjami v osennij period. 1957, Dokl. vsesojuz. akad. sel'skochoz. nauk, Vyp. III. — 37. Tang W., Bonner J.: The enzymatic inactivation of indolacetic acid. 1947, Arch. of biochem., r. 13, str. 11-25. — 38. Thompson J., Zacharius M., Steward C.: Investigation in nitrogen compounds and nitrogen metabolism in plants. I. The reaction of nitrogen compounds with ninhydrin on paper: A quantitative procedure. 1951, Plant Physiol., r. 26, str. 375-397. — 39. Turian G.: Destruction de l'acide indoleacétique par un modèle non proteique de peroxydase cuprique, 1957, r. 10, str. 224-230. — 40. Ullrich H., van Veen: Weitere Untersuchungen über das Ausfrieren von Kolloiden und Kolloidgemischen im Hinblick auf die Plasmatische Frostresistenzforschung an Pflanzen. 1942, Kolloid-Zeitschr., str. 389. — 41. Wellington E. F.: The effect of relative humidity on the reaction of ninhydrin with amino acids on paper chromatograms. 1953, r. 31, str. 484. — 42. Winkler J., Williams O.: Starch and sugars of *Vitis Vinifera*. 1945, r. 20, str. 412-432. — 43. Zalenskij O.: Fotosintez i morozoustojčivost sel'skochozajstvennych rastenij v uslovijach vysokogornogo Pamira. 1955, Experiment. botan., Vyp. 10, ser. IV.

К вопросу физиологии закалки растений и укоренения растительных черенков

Закалка растений гороха ограничивала их рост при одновременном увеличении содержания всего растворимого и рефрактометрически устанавливаемого сухого вещества и свободных аминокислот. Черенки от закаленных растений лучше укоренялись и создавали более мощные корневые системы по сравнению с растениями, выращенными при оптимальных для них температурах. При использовании этих данных для других видов растений необходимо предварительно испытать целесообразные «температуры за-

калки». Для высадки черенков растений, растущих на открытом пространстве, нужно выбирать время после периода холодной погоды. Теплицы, в которых находятся материнские растения, нерационально перед черенкованием отапливать для достижения оптимальной температуры.

При закалке отделенных зеленых черенков четырех различных видов растений в искусственных условиях процентная доля укоренений не увеличилась и более мощной корневой системы не образовалось.

В закаленных растениях гороха была установлена более низкая активность пероксидаз и пероксидазы бета-индолилуксусной кислоты. Поэтому можно предполагать, что закалка растений создает более подходящие условия для аккумуляции бета-индолилуксусной кислоты как стимулятора роста.

Beitrag zur Physiologie der Pflanzenabhärtung und Einwurzelung von Pflanzenstecklingen

Durch die Abhärtung der Erbsenpflanzen wurde ihr Wachstum bei gleichzeitiger Steigerung des Gehaltes an gesamter löslicher und refraktometrischer Trockensubstanz und an freien Aminosäuren beschränkt. Die von abgehärteten Pflanzen stammenden Stecklinge wurzelten besser ein und bildeten im Vergleich mit dem bei optimaler Temperatur gezüchteten Pflanzen ein mächtigeres Wurzelsystem. Bei der Applikation dieser Erkenntnis auf andere Pflanzenarten muß man zunächst geeignete „Abhärtungstemperaturen“ ausprobieren. Wenn man in freiem Boden wachsende Pflanzen zur Erzeugung von Stecklingen verwendet, so empfiehlt es sich, dies unmittelbar nach einer kalten Wetterperiode zu tun. Es ist unwirtschaftlich, wenn man die Treibhäuser, in denen die Mutterpflanzen untergebracht sind, vor dem Stecklingschnitt auf die optimale Temperatur heizt.

Bei der Abhärtung der geschnittenen grüner Stecklinge von 4 Pflanzenarten unter künstlichen Bedingungen erreichte man keine Erhöhung des Einwurzelungsprozentsatzes und das Wurzelsystem wurde dadurch nicht kräftiger.

Bei den abgehärteten Erbsenpflanzen stellte man eine niedrigere Aktivität der Peroxydasen und der Peroxydase der Beta-Indolylessigsäure fest. Es kann somit angenommen werden, daß die Pflanzenabhärtung günstigere Bedingungen für die Aufspeicherung der Beta-Indolylessigsäure als ein Wachstumsstimulator schafft.

Příspěvek ke studiu sklonu k parthenokarpii a samosprašnosti u hrušní

К вопросу изучения наклонности груши к партенокарпии и самоопылению

**Beitrag zum Studium der Neigung der Birnbäume zur Parthenokarpie
und Selbstbestäubung**

Inž. Jiří VONDRÁČEK

Výzkumný ústav ovocnářský ČSAZV, ředitel ScC. dr. Lad. Černý, Holovousy

Ačkoliv jsou hrušně samoneplodné (Waite, 1894), vytvoří se někdy při vyloučení opylení cizím vhodným pylem plody. Příčinou může být sklon k parthenokarpii, popřípadě k samosprašnosti. Sklon k parthenokarpii je u hrušní častější než sklon k samosprašnosti (Krümmel, 1939). Na praktický význam parthenokarpie upozornil již Ewert (1907, 1909, 1911). Údaje o sklonu k parthenokarpii u hrušní uvádí např. Kamlah (1929), Schanderl (1932), Rjabov a Sapelnikova (1934), Schanderl (1938), Krümmel (1939), Kobel (1954), Thiele (1956) aj.

U četných našich odrůd hrušní nebyl sklon k parthenokarpii asi k samosprašnosti dostatečně studován. Cílem naší práce bylo proto zjistit u známých odrůd rozdíly v těchto vlastnostech.

Materiál a metodika

Sklon k parthenokarpii a samosprašnosti jsme zkoušeli v letech 1955 až 1960 u 18 odrůd hrušní. Ke zjišťování těchto vlastností jsme používali polokmenů, popřípadě lepází na pláňti a z malé části zákrsků na kdouli.

Na stromech jsme vybírali stejně jako při studiu sklonu k samosprašnosti u jabloní (Vondráček, 1962) samostatné, dobře vyvinuté větve. Redukci květů jsme neprováděli. K zahalení poupat jsme používali kalikové sáčky. Umělé opylení vlastním pylem jsme neprováděli. Vlastní pyl se může dostat na bliznu bez umělého opylení. U Pařížanky a Thirriotovy jsme v roce 1960 zjišťovali sklon k tvoření parthenokarpických plodů, při němž se neúčastní vlastní pyl. Abychom zabránili vyklíčení vlastního pylu na blizně, izolovali jsme včas blizny vazelínou.

Výsledky pokusů, získané obvykle ze dvou pokusných stromů na jednom stanovišti, jsme sestavili do tabulky. V ní uvádíme u každé odrůdy podnož, počet pokusných květů, procento sklizených plodů, průměrný počet semen a průměrnou váhu jednoho plodu.

I. Výsledky pokusů na zjištění sklonu k samosprašnosti a parthenokarpii u hrušní

Pořadové číslo	Odrůda	Rok pokusu	Podnož	Počet květů	Sklizených plodů v %	Průměrný počet vyvinutých semen v 1 plodu	Průměrná váha 1 plodu v g	Poznámka
1	Boscova lahvice	1955	pláně	20	—	—	—	opylov.
		1957	pláně	442	2,0	0,8	122	
		1958	pláně	548	—	—	—	
		1959	pláně	533	—	—	—	
		1960	pláně	597	0,5	0,7	125	
2	Clappova	1958	pláně	546	—	—	—	
		1959	pláně	503	—	—	—	
		1960	pláně	353	—	—	—	
3	Conference	1958	pláně	542	2,0	—	104	
		1959	pláně	548	0,4	—	114	
		1960	kdoule	362	1,4	—	129	
4	Děkanka zimní	1958	pláně	551	—	—	—	
		1959	pláně	539	—	—	—	
5	Dielova	1960	pláně	361	—	—	—	
6	Drouardova	1958	pláně	510	—	—	—	
		1959	pláně	503	—	—	—	
		1960	pláně	682	0,3	—	73	
		1960	kdoule	308	2,3	—	224	
7	Hardyho	1958	pláně	542	—	—	—	
		1960	kdoule	339	0,3	—	200	
8	Holenická	1960	pláně	332	0,3	—	82	
9	Charneuská	1959	pláně	527	—	—	—	
		1960	pláně	339	—	—	—	
10	Koporečka	1960	pláně	228	—	—	—	
11	Křivice	1960	pláně	654	—	—	—	
12	Lucasova	1958	pláně	266	1,5	—	97	
		1959	pláně	578	—	—	—	
		1960	pláně	366	1,4	—	190	
13	Madame Verté	1958	pláně	505	—	—	—	
		1959	pláně	545	—	—	—	
		1960	kdoule	503	0,2	3,0	116	
14	Pařížanka	1958	pláně	461	2,4	0,1	69	blizny izolovány
		1959	pláně	545	—	—	—	
		1960	kdoule	410	1,7	—	133	
		1960	pláně	297	—	—	—	
		1960	pláně	453	2,0	—	154	
15	Pastornice	1958	pláně	339	0,6	—	109	
		1959	pláně	542	—	—	—	
		1960	pláně	341	0,6	—	129	
16	Solanka	1958	pláně	538	0,4	—	49	
		1959	pláně	534	—	—	—	
		1960	pláně	374	—	—	—	

Pořadové číslo	Odrůda	Rok pokusu	Podnož	Počet květů	Sklizených plodů v %	Průměrný počet vyvinutých semen v 1 plodu	Průměrná váha 1 plodu v g	Poznámka
17	Thirriotova	1958	pláně	504	4,2	0,1	146	blizny izolovány
		1959	pláně	478	0,4	1,0	145	
		1960	kdoule	751	2,0	0,1	133	
		1960	kdoule	602	2,3	—	113	
		1960	pláně	358	5,3	0,2	136	
18	Williamsova	1960	pláně	387	0,3	—	125	

V ý s l e d k y

Z tabulky I vyplývá, že zkoumané odrůdy hrušní jeví většinou jen velmi malý sklon k vytváření plodů bez opylení cizím pylem. Mezi jednotlivými odrůdami jsme však zjistili rozdíly. Nejvyšší sklon k vytváření plodů bez opylení vhodným pylem měla Thirriotova. Tato odrůda má rovněž vlastnost vytvářet i pozdní květy a plody od jara do pozdního léta. Z posledních květů v září se již pochopitelně plody nevyvíjejí. Z květů rozkvétajících koncem června a v červenci se vyvíjely parthenokarpické plody. Váha těchto plodů klesá s pozdějším rozkvétáním (tabulka II). Jelikož jsme tento zjev sledovali na slabě kvetoucích zákrscích, vytvořily se z prvních květů z volného sprášení značně veliké plody.

Poněkud nápadnější a pravidelnější sklon k parthenokarpii jeví rovněž odrůdy Konference, Lucasova a Pařížanka. Ostatní odrůdy nevytvářely po vyloučení cizího opylení plody buď vůbec nebo jen v menší míře v některých letech.

Většina odrůd vytvářela jen bezsemenné plody. Pouze u Boscovy lahvice, Madame Verté, Pařížanky a Thirriotovy jsme někdy našli vyvinutá semena. U Pařížanky a Thirriotovy, u nichž jsme v roce 1960 vyloučili opylení vlastním pylem izolací blizen vazelínou, jsme sklídili bezsemenné plody.

Velikost parthenokarpických plodů i plodů obsahujících semena byla vyhovující.

D i s k u s e

U zkoumaných odrůd se uvádí sklon k parthenokarpii u Boscovy lahvice (Kamlah, 1929, Rjabov a Sapelnikova, 1934, Kobel, 1954) a Lucasovy (Schanderl, 1938, Kobel, 1954, Thiele, 1956). U ostatních odrůd nejsou výsledky různých autorů shodné nebo sklon k parthenokarpii nebyl zjišťován. U Thirriotovy hrušně jsme v literatuře nenašli zmínku o sklonu k parthenokarpii.

V pokusech jsme nezjistili u žádné odrůdy tak silný sklon k parthenokarpii, abychom se mohli zcela obejít bez cizího vhodného opylovače a dosáhli uspokojivé úrody.

II. Vytváření plodů z květů rozkvétajících v různou dobu u Thirriotovy v roce 1960

Doba květu	Květen	Červen	Červenec	Září
Počet zkoumaných plodů (květů)	42	13	7	11
Průměrná váha 1 plodu v g	245	67	13	—
Průměrná výška 1 plodu v mm	86	62	34	—
Průměrná šířka 1 plodu v mm	74	47	25	—
Poměr výšky k šířce	1,2	1,3	1,3	—
Průměrný počet vyvinutých semen v 1 plodu	9,2	—	—	—
Průměrný počet nevyvinutých semen v 1 plodu	1,5	9,2	—	—
Průměrný počet vajíček v 1 plodu (květu)	—	—	8,1	9,8
Průměrný počet karpelů v 1 plodu (květu)	5,1	4,8	4,1	4,9

Z našich výsledků nelze soudit, že triploidní odrůdy hrušní (Dielova, Luca-sova, Pastornice) jeví častější sklon k vytváření plodů bez opylení cizím vhodným pylem než odrůdy diploidní, jako tomu bylo v našich pokusech u jabloní (V o n d r á č e k, 1962). Rozněž se u triploidních hrušní, na rozdíl od triploidních jabloní, nevytvářela vyvinutá semena. Apomixis není tedy u triploidních hrušní častým zjevem jako tomu je u triploidních jabloní.

Z našich uváděných výsledků rovněž vyplývá, že sklon k parthenokarpii v jednotlivých letech na různých stromech a stanovištích značně kolísá. Na závislost parthenokarpie na vnějších podmínkách poukazuje např. B o i k o f f (1942). Zejména počasí v době květu asi značně ovlivňuje stupeň parthenokarpie. Vedle vnějších podmínek je parthenokarpie závislá podle K o b e l a (1954) na fyziologickém stavu stromu. Těmito skutečnostmi je praktický význam parthenokarpie omezen. Fyziologický stav stromů můžeme účelnými zásahy však ovlivňovat a tím i zvyšovat sklon k parthenokarpii.

Souhrn

V letech 1955 až 1960 jsme zjišťovali u 18 odrůd hrušní sklon k parthenokarpii a samosprašnosti.

Z dosažených výsledků vyplývá, že většina studovaných odrůd hrušní jeví jen slabý sklon k vytváření plodů bez opylení cizím vhodným pylem (tabulka I).

U většiny odrůd se vytvářely jen parthenokarpické plody. Pouze Boscova lahvice, Madame Verté, Pařížanka a Thirriotova vytvářely plody obsahující někdy vyvinutá semena. Největší sklon k parthenokarpii jevila ze sledovaných odrůd Thirriotova máslovka. Poněkud nápadnější a pravidelnější sklon k parthenokarpii jeví odrůdy Konference, Lucasova a Pařížanka. Velikost parthenokarpických plodů byla vyhovující. U Thirriotovy se vytvářejí z pozdních květů rozkvétajících v červnu a červenci parthenokarpické plody, ovšem nevyhovující váhy (tabulka II).

Došlo dne 23. 6. 1961

Literatura

1. Boikoff D.: Beitrag zum Blühverlauf und Fruchtsatz beim Kernobst unter besonderer Berücksichtigung der Blütenempfindlichkeit gegen Nässe und Kälte. 1942, Gartenbauwiss. 16, str. 384-427. — 2. Ewert R.: Die Parthenokarpie oder Jungfernfruchtigkeit der Obstbäume und ihre Bedeutung für den Obstbau. 1907, Berlin, P. Parey. (Cit. podle Kobela 1954). — 3. Ewert R.: Neuere Untersuchungen über Parthenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen. 1909, Landw. Jb. 38, str. 767-839. — 4. Ewert R.: Die Jungfernfruchtigkeit als Schutz der Obstblüte gegen die Folgen von Frost- und Insektenschäden, 1911, Z. Pflanzenkrkh. 21, str. 193-199. — 5. Kamla H.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Kirschen- und Birnensorten. 1929, Gartenbauwiss. 1, str. 10-45. — 6. Kobel F.: Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. 2. Aufl. 1954, Berlin - Göttingen - Heidelberg. — 7. Krümmel H.: Die Befruchtungsverhältnisse bei Kern- und Steinobst. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Bd. V, 78-98. 1939, Berlin. — 8. Rjabov J. N. - K. A. Sapelnikova: Opyty po samoopyleniu gruš. 1934, Trudy Gosudarstvennogo Nikitskogo Botaničeskogo Sada XIV, 2, str. 5-29. — 9. Schanderl H.: Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Stein- und Kernobst in Westdeutschland. 1932, Gartenbauwiss. 6, str. 196-239. — 10. Schanderl H.: Befruchtungsbiologische Studien an Birnen. 1938, Gartenbauwiss. 11, str. 297-318. — 11. Thiele J.: Jungfernfruchtigkeit bei Kernobst als züchterische Aufgabe. 1956, Züchter 26, str. 241-243. — 12. Vondráček J.: Příspěvek ke studiu sklonu k samosprašnosti u jabloní. v tisku. — 13. Waite M. B.: The pollination of pear flower. 1894, U. S. Dep. Agric. Div. Veget. Pathol. Bull. 5, (Cit. podle Kobela 1954).

К вопросу изучения наклонности груши к партенокарпии и самоопылению

В 1955—1960 гг. мы определяли у 18 сортов груши наклонность к партенокарпии и самоопылению.

Из достигнутых результатов вытекает, что большинство изучаемых сортов груши проявляет слабую наклонность к образованию плодов без опыления соответствующей чужой пылью (табл. I). У большинства сортов образовывались только партенокарпические плоды. Только Бере Боск, Мадам Верте, Графиня Парижская и Фондант Тирриот образовывали плоды, иногда содержащие развившиеся семена. Из изучаемых сортов наибольшая наклонность к партенокарпии проявлялась у сорта Фондант Тирриот. Несколько

более отчетливая и регулярная склонность к партенокарпии обнаружена у сортов Конференция, и Бези де-Сент Ажиль Графиня парижская. По размерам партенокарпические плоды были удовлетворяющие. У сорта Фондант Тирриот образуются из более поздних цветов, распускающихся в июне и в июле, партенокарпические плоды неудовлетворительного веса (табл. № 11).

Beitrag zum Studium der Neigung der Birnbäume zur Parthenokarpie und Selbstbestäubung

Während der Jahre 1955—1960 verfolgten wir bei 18 Birnbaumsorten ihre Neigung zur Partenokarpie und Selbstbestäubung. Aus den erzielten Ergebnissen geht hervor, daß die meisten der verfolgten Birnbaumsorten nur eine schwache Neigung zur Bildung von Früchten ohne Bestäubung mit geeignetem fremdem Pollen zeigen (Tab. I).

Die meisten Sorten bildeten nur parthenokarpische Früchte. Nur die Sorten Boscs Flaschenbirne, Madame Verté, Paris und Fondante Thirriot (Triomphe des Ardennes) bildeten Früchte, die ab und zu voll entwickelte Kerner enthielten. Von den verfolgten Sorten zeigte die Sorte Fondante Thirriot die stärkste Neigung zur Parthenokarpie. Eine auffallendere und regelmäßigere Neigung zur Parthenokarpie zeigten die Sorten Konferenzbirne, Alexander Lucas und Paris. Das Gewicht der parthenokarpischen Früchte war befriedigend. Bei der Sorte Fondante Thirriot entstehen aus den im Juni und Juli angesetzten Spätblüten parthenokarpische Früchte, deren Gewicht allerdings unbefriedigend ist (Tab. II).

- Jiráček V., Kútová J., Leblová-Svobodová S.: Metabolismus klíč-
ních rostlin hrachu. — II. Metabolismus fosforu a cukrů v klíčících seme-
nech hrachu
Метаболизм у прорастающих растений гороха. — II. Метаболизм фосфора
и сахаров в прорастающих семенах гороха
Metabolismus keimender Erbsenpflanzen. — II. Phosphor- und Zuckerme-
tabolismus in keimenden Erbsensamen 903
- Leblová S., Košťál J.: Vliv organických isothiokyanátů na metabolismus
rostlin. — IV. Vliv allylisothiokyanátu (AITK) na metabolismus fosforu,
cukrů a ketokyselin v klíčících rostlinách hrachu (*Pisum sativum*)
Влияние органических изотиоциановокислых солей на метаболизм растений.
— IV. Влияние аллилизотиоциановокислот соли AITK на метаболизм фос-
фора, сахаров и кетокислот у всходов гороха
Einfluß organischer Isothiokyanate auf den Pflanzenmetabolismus. —
IV. Einfluß des Allylisothiokyanats (AITK) auf den Phosphor-, Zucker-
und Ketosäurenmetabolismus bei Erbsenkeimpflanzen (*Pisum sativum*)
The Influence of Organic Isothiocyanates on the Metabolism of Plants. —
IV. The Influence of Allylisothiokyanate (AITK) on the Metabolism of
Phosphorus, Sugars, and Keto-acids in Germ Plants of Peas (*Pisum sativum*) 919
- Cetl I.: Intenzita růstu listů pšenice v závislosti na délce jarovizování
Зависимость роста листьев пшеницы от продолжительности яровизации
Abhängigkeit der Wachstumsintensität der Weizenblätter von der Dauer
der Vernalisation 929
- Rovenská B.: Kořeny jednoděložných
Корни однодольных растений
Wurzeln einkeimblättriger Pflanzen 939
- Tomka O.: Príspevok k otázke spásania lucerny siatej a jej miešaniek hlavne
s reznáčkou laločnatou (*Dactylis glomerata*) a ľadencom rožkatým (*Lotus
corniculatus*)
К вопросу скамливания люцерны посевной и ее смесей (главным образом
с ежой сборной — *Dactylis glomerata* и лядвенцем рогатым — *Lotus corni-
culatus*
Beitrag zur Frage des Abweidens der Blauen Luzerne und ihrer Gemenge
(besonders gemischt mit Gemeinem Knäuelgras (*Dactylis glomerata*) und
Gemeinem Hornklee (*Lotus corniculatus*) 943
- Kamíněk M.: Příspěvek k fyziologii otužování rostlin a zakořeňování rostlin-
ných řízků
К вопросу физиологии закалки растений и укоренения растительных черенков
Beitrag zur Physiologie der Pflanzenabhärtung und Einwurzelung von
Pflanzenstecklingen 959
- Vondráček J.: Příspěvek ke studiu sklonu k parthenokarpie a samospraš-
nosti u hrušní
К вопросу изучения склонности груши к партенокарпии и самоопылению
Beitrag zum Studium der Neigung der Birnbäume zur Parthenokarpie und
Selbstbestäubung 979

Vědecký časopis ROSTLINNÁ VÝROBA uveřejňuje studie, rozboru a vědecká
pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru rostlinné výroby. Vydává Ústav
vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospo-
dářství. Vychází měsíčně. Celoroční předplatné 216 Kčs. Redakce: Praha 2, Slezská 7,
telefon 25-44-51, 25-75-41. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a před-
platné přijímá Poštovní novinový úřad, ústřední administrace PNS, třída Obránců
míru 2, Brno. Lze též objednat u každého poštovního úřadu a doručovatele. Objed-
návky do zahraničí vyřizuje Poštovní novinový úřad, vývoz tisku, Jindřišská 14,
Praha 1. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22,
Praha 2. A-02*21275

Oznamujeme čtenářům, že 10. číslo vědeckého časopisu

ROSTLINNÁ VÝROBA

bude věnováno tematice

OCHRANA ROSTLIN

Z obsahu tohoto čísla uvádíme práce:

Sc. C. inž. J. Zemánek a Sc. C. inž. P. Bartoš

Studium způsobu účinku dloudodobého máčení a anaerobního moření osiva ječmene proti prашné sněti ječmenné *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr. II. část

Inž. dr. L. Benada

Padlí travní (*Erysiphe graminis* DC) na ječmeni. II. Příspěvek k epidemiologii padlí

Sc. C. inž. I. Ujevič

Nové způsoby anaerobního moření semen ječmene proti prашné sněti *Ustilago nuda* (Jens.) Rostr.

Sc. C. inž. Weismann, inž. J. Královič

Morenie repného semena systémovými insekticidami

RNDr. J. Zakopal, RNDr. J. Šedivý, inž. F. Kodys, inž. R. Dias

Nový způsob plošného ošetření proti hraboši polnímu (*Microtus arvalis* Pall.) ve víceletých pícevinách

Dr. inž. R. Obrtel

Nosatčici (*Apion* sp.), škůdci semenných kultur červeného jetele. II. část: Možnosti ochranných opatření

Inž. F. Mráz

Studium účinnosti mořidel na konidie houby *Helminthosporium papaveris* Henning

Sc. C. dr. J. Dlabola, V. Syřínek

Některé příčiny kolísání četnosti výskytu bekyně zlatořitné (*Euproctis chrysorrhoea* L.)

Inž. J. Kříž, inž. L. Taimr

Využití úsporných postřiků v boji proti mšici a svilušce chmelové

10. číslo vyjde v rozsahu asi 144 tiskových stran v ceně 18 Kčs. Upozorněte zájemce o tematiku ochrany rostlin na 10. číslo ROSTLINNÉ VÝROBY.

Objednávky přijímá

PNÚ Brno, třída Obránců míru 2,
Vydavatelství ÚVTI MZLVH - propagace,
Praha 2 - Vinohrady, Slezská 7